HISTOLOGISCHE UNTERSUCHUNG DER ÄUSSEREN HAUT EINES NEUGEBORENEN HIPPOPOTAMUS AMPHIBIUS L.

VON

SIEGMUND v. SCHUMACHER

(INNSBRUCK).

MIT 5 TAFELN UND 1 TEXTFIGUR.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 6. JULI 1916.

I. Einleitung.

Im 92. Bande dieser Zeitschrift veröffentlichte K. Toldt jun. (43) seine ausführlichen Untersuchungen über die makroskopische Beschaffenheit der Hautdecke eines neugeborenen Flußpferdes von 84 *cm* Scheitel—Steißlänge. Die in vielfacher Hinsicht sehr bemerkenswerten Ergebnisse der makroskopischen Untersuchung ließen es wünschenswert erscheinen, die Decke des Nilpferdes auch einer eingehenden mikroskopischen Untersuchung zu unterziehen, um so mehr, als zu vermuten war, daß einzelne Vorkommnisse, deren richtige Deutung kaum oder überhaupt nicht möglich war, hierdurch ihre Erklärung finden würden. Zudem liegen, soviel mir bekannt, mit Ausnahme der mehr vom vergleichend-zoologischen Standpunkte aus unternommenen Arbeit von M. Weber (46), die sich auf einzelne Hautstücke des erwachsenen und auf die Haut des Kopfes und Halses eines neugeborenen Flußpferdes beziehen, keine eingehenderen mikroskopischen Untersuchungen über diesen Gegenstand vor. Gerne folgte ich daher der Aufforderung meines Freundes Toldt, mich der lohnenden Aufgabe der feineren Untersuchung der Nilpferdhaut zu unterziehen, und ich spreche ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank hierfür aus.

Meine Untersuchungen bilden naturgemäß eine Ergänzung der Arbeit von Toldt und ich werde vielfach unmittelbar an diese anknüpfen; trotzdem sind einzelne Wiederholungen der makroskopischen Befunde mit Rücksicht auf das leichtere Verständnis nicht zu umgehen. Wenn es mir auch nicht möglich ist, auf alle zum Teil noch vielfach umstrittenen Einzelheiten im Bau der äußeren Haut, namentlich der Epidermis, einzugehen, so werde ich doch im folgenden Gelegenheit finden, auch die feinere histologische Beschaffenheit mancher Abschnitte zu besprechen und zu einzelnen Fragen, die sich namentlich auf den Bau der menschlichen Haut beziehen, Stellung zu nehmen. Bei der ungeheuer angewachsenen Literatur über den Bau der äußeren Haut, insbesondere der menschlichen, ist es natürlich unmöglich, alle Arbeiten zu berücksichtigen. Von einer vollständigen Zusammenstellung der Literatur kann um so eher abgesehen werden, als dies von anderer Seite wiederholt geschehen ist.

II. Material und Untersuchungsart.

Da das Flußpferd, in der Nacht geworfen und erst am folgenden Morgen tot aufgefunden, noch am selben Tage durch die Nabelgefäße mit 3prozentigem Formalin injiziert und in solches eingelegt wurde, handelt es sich zwar nicht um durchaus frisch konserviertes Material, immerhin ist aber der Erhaltungszustand der einzelnen Hautanteile ein verhältnismäßig guter, jedenfalls ein derartiger, daß alle gröberen histologischen Einzelheiten mit wünschenswerter Deutlichkeit hervortreten. Für die feinere histologische Beschaffenheit, zum Beispiel des Protoplasmas der Drüsenzellen, wäre allerdings eine noch bessere Konservierung von Vorteil gewesen.

Die einzelnen Hautstücke, die wegen der ungewohnten Dicke des Coriums vielfach recht beträchtliche Ausmaße aufweisen, wurden in Alkohol nachgehärtet und sehr langsam in Zelloidin eingebettet, so daß die Einbettung mehrere Monate in Anspruch nahm. Trotz dieser vorsichtigen Einbettung ließ die Schnittfähigkeit einzelner Hautteile wegen der außerordentlich derben Beschaffenheit des Coriums manches zu wünschen übrig und es gelang nur von einzelnen dünneren Hautpartien Schnitte von 10 μ Dicke anzufertigen; vielfach mußte ich mich mit mindestens 20 μ dicken Schnitten zufrieden geben.

Von Färbemethoden gelangten hauptsächlich zur Anwendung: Hämatoxylin nach Delafield-Eosin, Hämatoxylin nach Delafield-Pikrinsäure-Säurefuchsin, Bindegewebsfärbung nach Mallory, Eisenalaun-Hämatoxylin; daneben noch einige für besondere Zwecke geeignete Färbungen.

Selbstverständlich wurden von den einzelnen Hautstücken, wenn es wünschenswert erschien, Schnitte in verschiedenen Richtungen und mitunter auch Schnittreihen angefertigt. Zur Untersuchung gelangten Hautstücke aus folgenden Gegenden:

Rücken (Mitte), Bauch (Mitte, etwas kranial vom Nabel), Submentalgegend (median), Kinngegend (glatte, etwas vorgewölbte Partie, vgl. Toldt, p. 15), Nacken (zwischen den Ohren), Stirn, Oberlippe (dicker, nach innen polsterförmig vorgetriebener Lappen, vgl. Toldt, p. 6), Nüster (vorne median und außerdem seitlicher unterer Rand), oberes Lid, Ohrmuschelrand, Haargruppe vor dem Ohrsockel, Ohrsockel (fein gerunzelte Haut vor demselben), Schwanzrand (dorsal, nahe der abgerundeten Spitze), Oberschenkel (außen), Sohlenhaut (Vorderfuß), Zehenrücken (verschiedene Drüsenhöcker, Haarhöcker, vgl. Toldt, p. 31 u. 32), Zitze (vgl. Toldt, p. 8).

Von einer mikroskopischen Untersuchung der Hufe wurde Abstand genommen, diese dürfte von anderer Seite erfolgen.

III. Epidermis.

Drei Eigenschaften sind es vor allem, die schon bei oberflächlicher Betrachtung an der Epidermis des neugeborenen Nilpferdes auffallen: die außergewöhnliche Dicke des Stratum germinativum (Malpighi), die wohl damit im Zusammenhange stehende außerordentliche Höhe der Koriumpapillen und das Fehlen eines Stratum corneum im engeren Sinne.

A. Dicke der Epidermis.

Bezüglich der Dicke der Nilpferdhaut macht M. Weber (46) folgende Angaben: »Epidermis und Lederhaut sind zusammen im Mittel 2 bis 2·5 *cm* dick. Beim neugeborenen Tier fand ich 9 *mm* für die Dicke der Rückenhaut. An einzelnen Stellen wird erstgenanntes Maß beim erwachsenen Tier noch übertroffen, so an den Lippen, namentlich dort, wo sich dieselben in die Mundhöhle umbiegen. Auf die Epidermis kommen an diesen dicksten Stellen 1·5 bis 2 *mm*. Das Stratum corneum ist alsdann bis zu 0·4 *mm* dick. An minder dicken Stellen der Lippen beträgt die Dicke der ganzen Epidermis

nur reichlich 1 *mm*; die des Stratum corneum im Mittel 185 μ. An derselben Haut fand ich an anderen Stellen die Epidermis 518 μ dick, das Stratum corneum nur 74 μ«.

Die von mir an verschiedenen Hautstellen festgestellte Dicke der Epidermis gebe ich in beistehender Tabelle wieder. Zum Vergleiche zwischen Dicke der Epidermis und der ganzen Haut an verschiedenen Körperstellen füge ich die von Toldt (43) an unserem Neugeborenen gefundenen Werte bei. In einer weiteren Spalte werden die Längenmaße der Koriumpapillen angegeben. Da ein eigentliches Stratum corneum beim neugeborenen Nilpferd fast durchwegs fehlt, so können nur die Maße für die Dicke des überall deutlich ausgebildeten Stratum lucidum angegeben werden. Sämtliche Maßangaben sind in Mikromillimetern gemacht. Die Anordnung wurde nach der Epidermisdicke getroffen, so daß an erster Stelle die mit dünnster, an letzter Stelle die mit dickster Epidermis versehenen Hautgegenden gestellt erscheinen.

Körpergegend	Hautdicke nach Toldt	Epidermis	Strat. lucid. (+ corneum)	Strat.germinat. + granulosum	Papillenlänge
Ohrmuschelrand . . .		260	20	240	200
Oberes Lid		270	15	255	200
Unterer Nüsterrand . .		380	33	347	240
Bauch	8000	480	28	452	330
Submentalgegend . . .	8000	480	22	458	370
Oberlippe		520	55	465	450
Nacken	7000	540	23	517	455
Stirn	6000	620	35	585	470
Rücken	13000	620	22	598	480
Schwanz		680	40	640	500
Kinnpolster	11000	720	80	640	550
Oberschenkel	14000	750	30	720	600
Zehen, dorsal	3000	800	80	720	670
Sohle	5000	1350—1600	390 (640)	960	1400

Vergleicht man die Maßangaben in vorstehender Tabelle, so sieht man zunächst, daß nicht nur die Gesamtdicke der Haut, sondern in noch viel höherem Grade die Dicke der Epidermis und die Höhe der Papillen schwankt. Ein ganz bestimmtes Abhängigkeitsverhältnis besteht zwischen Dicke der Epidermis und Länge der Papillen. Ohne Ausnahme entsprechen einer stärkeren Epidermis auch längere Papillen, so daß wir in der Tabelle entsprechend dem Anwachsen der Maßzahlen für die Epidermisdicke auch ein Ansteigen der Längenmaße für die Papillen sehen. Nachdem wir wissen, daß den Papillen als Hauptaufgabe die Ernährung der Epidermis zukommt, so ist es keineswegs überraschend, daß eine dickere Epidermis auch höhere Papillen zeigt. Hingegen sehen wir die Dicke der Gesamtepidermis und die des Stratum lucidum in keinerlei bestimmten Verhältnis stehen. Wenn auch die Sohlenhaut, die bei weitem die dickste Epidermis trägt, auch die dickste Hornschicht führt, so zeigt zum Beispiel die Oberschenkelhaut, deren Epidermis doppelt so dick ist als die des Nüsterrandes, sogar ein etwas dünneres Stratum lucidum als letztere.

Ebensowenig besteht eine Abhängigkeit zwischen Hautdicke im ganzen und Epidermisdicke. Ja, gerade die Zehen und die Fußsohle, welche nach Toldt die dünnste Haut besitzen, zeigen die dickste Epidermis. Die Dünnheit dieser Hautteile ist also bedingt durch eine verhältnismäßig schwache Entwicklung des Coriums. Wenn Stoss (41) angibt, daß die Dicke der Epidermis im allgemeinen in einem geraden Verhältnis zur Dicke des Coriums steht, so trifft dies für das Nilpferd keineswegs zu;

im Gegenteil, es ist eher das Umgekehrte der Fall, daß nämlich Hautgegenden mit auffallend dicker Epidermis eine schwache Entwicklung der Lederhaut zeigen.

Daß die Dicke der Epidermis im wesentlichen durch die Dicke des Stratum germinativum + granulosum bedingt ist, geht ebenfalls aus der Tabelle hervor, indem der Durchmesser dieser beiden Schichten zusammengenommen ein der Gesamtdicke der Epidermis entsprechendes Ansteigen zeigt.

Zusammenfassend ergibt sich somit aus den Dickenmessungen an der Epidermis, daß

1. keine Abhängigkeit zwischen Dicke des Coriums (Gesamtdicke der Haut) und Dicke der Epidermis,

2. keine Abhängigkeit zwischen Dicke der Epidermis und Dicke des Stratum lucidum (+ corneum) besteht;

3. daß die Gesamtdicke der Epidermis in geradem Verhältnis zur Dicke des Stratum germinativum + granulosum und

4. daß die Länge der Papillen in geradem Verhältnis zur Dicke der Epidermis steht.

B. Feinerer Bau der Epidermis.

Die nicht absolute Frischheit des Materials und auch die nicht ganz einwandfreie Fixierung desselben veranlassen mich, auf das Eingehen in die feinsten Strukturverhältnisse an den Epidermiszellen zu verzichten; nur einzelne Punkte, für deren sichere Beurteilung mein Material ausreicht, sollen berücksichtigt werden. Ebensowenig liegt es im Rahmen meiner Arbeit, hier einen vollständigen Überblick über die ausgedehnte Epidermisliteratur zu geben. Bezüglich letzterer sei hauptsächlich auf die von Rabl (30, 31) und Weidenreich (47) gegebenen Übersichten verwiesen.

a) Stratum germinativum.

Im allgemeinen besteht, wie gewöhnlich, das Stratum germinativum aus der basalen Lage von Zylinderzellen und dem vielschichtigen Stratum spinosum. Es gibt allerdings Stellen, an denen beide Lagen und auch das Stratum granulosum fehlen. Bei sehr hohen Papillen nämlich, wie solche zum Beispiel an der Fußsohle und der Zehenhaut vorkommen, durchsetzen diese nicht nur das ganze Stratum germinativum, sondern auch das Stratum granulosum und können mit ihren Spitzen sogar noch eine Strecke weit in das Stratum lucidum hinein vorragen (Fig. 2 und 3), so daß also an den Spitzen hoher Papillen alle mit Kernen versehenen Epithelzellen fehlen und die Spitzen unmittelbar vom Stratum lucidum begrenzt erscheinen. Der außerordentliche Reichtum an Papillen bedingt außerdem gewisse Formveränderungen der Zellen des Stratum spinosum. Die Papillen stehen vielfach so dicht aneinander, daß zwischen ihnen nur verhältnismäßig schmale Streifen von Epidermis übrig bleiben (Fig. 2). In dieser interpapillären Epidermis erscheinen nun alle Zellen des Stratum spinosum stark in die Länge gezogen, und zwar so, daß ihre Längsachse mit der Achse der Papillen zusammenfällt, wie dies an Abb. 11 wenigstens teilweise zu erkennen ist.

Nahezu an allen Hautstellen sind im ganzen Stratum germinativum die unmittelbar benachbarte Zellen verbindenden Protoplasmafasern (Interzellularbrücken) mit großer Deutlichkeit zu sehen. Ebenso konnten die wiederholt beschriebenen, in der Mitte einer jeden Protoplasmafaser gelegenen knötchenartigen Verdickungen (Ranvier'sche Knötchen), für welche H. Rabl die Bezeichnung Dermatosomen vorschlug, nach Eisenhämatoxylinfärbung und bei geringer Schnittdicke gewöhnlich leicht nachgewiesen werden. Besonders schön treten diese Verhältnisse an der Sohlenhaut hervor. Daß die Protoplasmafasern nicht nur als Interzellularbrücken benachbarte Zellen verbinden, sondern sich weit in den Zelleib hinein verfolgen lassen, ist eine heute wohl allgemein anerkannte Tatsache; auch ich konnte wiederholt nachweisen, daß die ganzen Zellen der Stachelzellschicht bis nahe an den Kern heran von Fasern durchzogen erscheinen.

Die knötchenartigen Verdickungen in den Interzellularbrücken erfuhren seit ihrer Entdeckung durch Ranvier, welcher sie für elastische Organe hielt, im Laufe der Zeit die verschiedenste Deutung. Sie sollten nach M. Ide Bestandteile einer Zellmembran sein; Kolossow hält sie für den festesten Teil der Interzellularbrücken, der erst erscheint, wenn die Brücke gedehnt wird. Nach Rabl (30) wären sie gleichwertig der pflanzlichen Zellplatte; er bezeichnet sie demnach als Dermatosomen; ebenso legt ihnen Weidenreich (47) nur genetische Bedeutung bei. Nach Unna ist die Verdickung der Fasern im Interzellularraum nur eine scheinbare; es würde nämlich nach Unna der verdickte und gleichzeitig stärker durch Safranin färbbare Punkt der Faser nur derjenige Teil der Faser sein, welcher in dem äußerst feinen, kapillaren Raum zwischen zwei Zellmembranen nackt zutage tritt. Rosenstadt (33) weist zunächst auf die Variabilität des Vorkommens und auch der Größe und Form dieser Bildungen hin und kommt zur Ansicht, daß die Knötchen keine Verdickungen der Brücken darstellen, daß sie überhaupt keine Bestandteile der Brücken bilden, daß sie nur den Brücken anliegen, aber keinesfalls zu ihnen gehören. Nicht selten fand Rosenstadt »Knötchen« zwischen den Brücken oder abseits von denselben. Rosenstadt kommt zum Schluß, daß es überhaupt keine Knötchen gibt, sondern daß das, was uns als solche an Schnitten entgegentritt, nichts anderes ist, als im Schnitte quer oder schräg getroffene Protoplasmafasern, die die längsgetroffenen Fasern überkreuzen.

Für die Richtigkeit der Deutung Rosenstadt's scheint mir der Umstand zu sprechen, daß gerade an meinen verhältnismäßig dicken (10 μ) Schnitten sich bei weiten Interzellularräumen erkennen läßt, daß die »Knötchen« beim Heben und Senken des Tubus mit der Mikrometerschraube nicht verschwinden, daß es sich also um Querschnitte durch Fasern handeln muß und nicht nur um örtliche Verdickungen der Protoplasmafasern. Eine ähnliche Beobachtung hat auch Meurman (27) gemacht, indem er erwähnt, daß wenigstens viele von den Knötchen beim Drehen der Mikrometerschraube längs den Brücken verschoben werden können. Allerdings erscheinen die »Knötchen« oft so viel dicker als im Schnitte längsgetroffene Protoplasmafasern, daß diese Verdickungen nicht nur die Bilder von quer oder schräg getroffenen Fasern sein dürften, sondern daß vielmehr dort, wo zwei Fasern sich senkrecht überkreuzen, es wenigstens häufig am Kreuzungspunkte zu einer Verbindung der Fasern und zur Bildung eines verdickten Knotenpunktes kommen dürfte. Trifft diese Deutung zu, so müßte man bei bestimmter Schnittrichtung die sich überkreuzenden Fasern auch derart getroffen finden, daß beide sich überkreuzenden Fasersysteme im Längsverlaufe zu sehen sind. Tatsächlich konnte Rabl als erster »Verbindungslinien« zwischen den Knötchen der Interzellularbrücken nachweisen, die nicht immer Fasern sind, sondern ab und zu den Durchschnitt einer Membran darstellen. Rosenstadt deutet diese »Verbindungslinien« Rabl's als Protoplasmafasern, die quere Interzellularbrücken rechtwinklig überkreuzen; die Verbindungslinie müßte im queren Durchschnitte dann als »Knötchen« in der Mitte der queren Protoplasmafaser erscheinen. Rosenstadt gelang der Nachweis nicht, daß es sich in diesen »Verbindungslinien« manchmal um den Querschnitt einer Membran handelt, wie Rabl es angibt, und glaubt auch nicht, daß derartige Membranen zwischen zwei Zellen vorkommen können: »Wie sollen denn diese »»Verbindungslinien«« Querschnitte von Membranen (Scheidewände zwischen den Epithelzellen) darstellen in solchen Fällen, wo wir in einem Interzellularraum zwei solche »»Verbindungslinien«« finden?«

Daß die Verbindungslinien tatsächlich in vielen Fällen nichts anderes sind als quere Durchschnitte durch feine plattenartige Fortsätze von Zellen, die sich in die Interzellularräume der tiefer gelegenen Zellschicht vorschieben, scheint mir zweifellos; auch der Umstand, daß manchmal zwei Verbindungslinien in einem Interzellularraum gefunden werden, scheint mir nicht dagegen zu sprechen, da es ja ganz gut möglich ist, daß gelegentlich zwei platte Zellfortsätze in einen Interzellularraum hineinragen. Übrigens gibt auch Rabl (31) die Möglichkeit zu, daß in manchen Fällen Querschnitte äußerst dünner Zellfortsätze vorliegen, eine Ansicht, die auch Kromayer bei der Kritik der Rabl'schen Zeichnungen geäußert hat. Auf Abb. 1 bei F ist eine Stelle zu sehen, an der ein ganz platter Zellfortsatz (Flügelfortsatz) einer in zweiter Reihe gelegenen Zelle zwischen zwei Zellen des

Stratum cylindricum hineinragt, der im Durchschnitt als »Verbindungslinie« erscheint. Würde es sich an Stelle dieses platten Fortsatzes um eine Protoplasmafaser handeln, so würde man ein ganz ähnliches Bild erhalten und nur durch den Gebrauch der Mikrometerschraube wird es sich entscheiden lassen, ob die »Verbindungslinie« durch einen Querschnitt eines platten Zellfortsatzes oder durch eine Faser bedingt wird.

Einer besonderen Besprechung bedarf noch die basale Zellschicht der Epidermis, das Stratum cylindricum, und die Verbindung derselben mit dem darunter liegenden Corium. Nirgends konnte ich, in Übereinstimmung mit Rabl (30) u. a., an der Grenze zwischen Epidermis und Corium eine Basalmembran nachweisen. In der Regel erscheinen die Zylinderzellen an ihren basalen Enden ausgefranst (Epithelwurzeln Rabl's [32]). Die feinen, etwas wellenförmig gebogenen Ausläufer der Fransen greifen in das Stratum papillare des Coriums ein (Fig. 1). Interzellularbrücken sind an den Grenzfransen zweier benachbarter Zellen zum Teil noch nachzuweisen und fehlen nur an den feinsten Ausläufern derselben. Niemals aber sind die Fransen ein und derselben Zelle durch quere Protoplasmafasern verbunden. Besonders deutlich sind diese Verhältnisse an der Epidermis der Fußsohle ausgebildet, während an anderen Stellen der Epidermis die Auffransung der Zylinderzellen nur undeutlich erscheint, da namentlich auch die Interzellularräume viel enger sind.

Nach den Beschreibungen von Kromayer (24) und Weidenreich würden die basalen Fasern der Zylinderzellen, die in das Corium eindringen, als »Herxheimer'sche Spiralen« zu betrachten sein, die von Kromayer, Rabl und Weidenreich den Protoplasmafasern zugerechnet werden. Schridde (36) tritt dieser Auffassung entgegen, indem er in dem gezackten oder auch grob ausgefransten Fuß der Basalzellen, der nur aus eigentlichem Protoplasma bestehen soll, niemals Protoplasmafasern fand. Die Protoplasmafasern der Basalzellen treten nach Schridde erst in einem gewissen Abstande von den untersten Ausläufern der Zellen auf; ihre der Basis zugekehrten Enden sind äußerst fein ausgezogen, nach oben zu werden diese Elemente kräftiger, um dann als gleichmäßig dicke Fasern in einer hauptsächlich der Epidermisoberfläche zugewendeten Richtung die Zelle zu durchwandern.

Ich will die Frage unentschieden lassen, ob es sich in diesen faserartigen Fortsätzen der basalen Zylinderzellen, die eine Strecke weit in das Corium eindringen, um echte Protoplasmafasern handelt oder nicht, jedenfalls sehen wir in ihnen eine Einrichtung, die eine feste Verbindung der Epidermis mit dem Corium bewerkstelligt.

Eine andere Frage ist die, in welcher Beziehung die basalen Fransen der Zellen des Stratum cylindricum zu den Bindegewebsfibrillen und elastischen Fasern des Coriums stehen. Rabl (31) wendet sich gegen die Auffassung mancher Autoren, daß eine direkte Verbindung zwischen Epidermiszellen und Elementen des Coriums besteht: »Wer die Selbständigkeit der Keimblätter anerkennt, wird niemals einen kontinuierlichen Zusammenhang des Epithels mit dem darunter liegenden Bindegewebe für möglich halten. Äußeres und mittleres Keimblatt sind von vornherein geschieden und können immer nur in einem mehr oder weniger innigen Kontakt treten, niemals aber ein einheitliches Ganzes bilden. Dieser Gedanke muß stets bei der Betrachtung der oft nur schwer entwirrbaren Zone festgehalten werden, in welcher die Epidermis an die Cutis grenzt«. Auch Weidenreich schließt sich der Auffassung Rabl's an. Nach Weidenreich scheint die Verbindung zwischen Epidermis und Corium durch Ineinandergreifen beider Lagen hergestellt zu sein, und zwar derart, daß ebenso wie die Fasern der Epidermiszellen auch das übrige Protoplasma gegen die Basis zu auseinanderweicht, das Protoplasma also gewissermaßen ausgefranst ist; zwischen diese ausgefransten Protoplasmateile dringen nun die Fasern des Coriums ein, ohne aber in die Protoplasmafasern oder in das übrige Protoplasma überzugehen. F. Krauss (23) hingegen tritt für einen kontinuierlichen Zusammenhang zwischen Epidermis und Corium bei Reptilien ein: »Die Epithelfasern der Epidermiszellen stehen in innigem Zusammenhang mit subepithelial gelegenen Bindegewebsfasern oder mit Kollagenbildungen, welche sich im Protoplasmagebiet der basalen Epidermiszellen entwickelt haben. Nach den bei Alligator und *Hatteria* gewonnenen Bildern ist anzunehmen, daß dieser Zusammenhang

ein kontinuierlicher ist. In selteneren Fällen können bei Reptilien auch elastische Fasern sowie Protoplasmaausläufer von Bindegewebszellen sich mit den Epithelfasern der Epidermiszellen verbinden«.

An Schnitten, die nach Mallory auf Bindegewebe gefärbt sind, unterscheiden sich sehr deutlich die rötlich erscheinenden Fasern der basalen Epitelzellen von den Bindegewebsfibrillen des Coriums. Letztere dringen in reichlicher Menge in die Spalten zwischen den Epithelfransen ein und füllen diese nahezu vollständig aus. Niemals konnte ich aber eine Verbindung, einen direkten Übergang von Bindegewebsfibrillen in Epithelfasern nachweisen. Mit Sicherheit lassen sich die freien Enden von Epithelfransen erkennen. Ebensowenig konnte ich ein tieferes Eindringen von elastischen Fasern in die Epidermis nachweisen, so daß ich mich nach meinen Befunden beim Nilpferd der Ansicht Rabl's und Weidenreich's anschließen darf, daß zwischen Epidermis und Lederhaut nur ein sehr inniger Kontakt, aber kein direkter Übergang der Elemente der einen in die der anderen statthat. Schon durch das innige Ineinandergreifen von Bindegewebsfibrillen und Epidermisfransen wird die Verbindung zwischen Epidermis und Corium gesichert.

Schließlich möchte ich noch einen Befund an den Zellen des Stratum germinativum erwähnen. Namentlich im Stratum cylindricum zeigen auffallend viele Kerne eine Vakuole (Fig. 1 und 5, V). Diese Vakuolen sind sehr verschieden groß, manchmal so groß, daß sie nahezu vollkommen den Kern erfüllen. Seltener, stellenweise aber auch recht häufig, sieht man derartige Vakuolen in den übrigen Lagen der Keimschicht. Der Inhalt der Vakuolen erscheint bei Eisenhämatoxylinfärbung und ebenso bei Färbung mit Delafield'schem Hämatoxylin ungefärbt.

b) Stratum granulosum.

Das Stratum granulosum, das bekanntlich durch den Gehalt der mehr abgeflachten Zellen an Keratohyalinkörnern ausgezeichnet ist, erscheint an allen Hautstellen des neugeborenen Nilpferdes gut ausgebildet und besteht aus 4 bis 10 Zellagen. Es unterliegt demnach die Ausbildung des Stratum granulosum an den verschiedenen Hautabschnitten beim Nilpferd keineswegs den großen Schwankungen wie in der Haut des Menschen. So konnte beim Menschen Weidenreich in der Brusthaut noch eine einfache kontinuierliche Lage als Körnerschicht nachweisen, während sich in der Rückenhaut nur vereinzelte keratohyalinhaltige Zellen fanden, etwas mehr an der Schenkelhaut. Allerdings bestehen auch beim Nilpferd an den einzelnen Hautstellen in bezug auf die Größe der Körnchen, die Menge derselben in den einzelnen Zellen und ihre Lagerung ziemlich große Verschiedenheiten. Wie schon erwähnt, fehlt das Stratum granulosum nur an den Spitzen sehr hoher Papillen, wie sie an der Sohlen- und Zehenhaut vorkommen. Die bis in das Stratum lucidum hineinragenden Papillenenden können stellenweise allerdings noch die eine oder andere Zelle des Stratum granulosum gewissermaßen bis in das Stratum lucidum vorschieben, durchsetzen aber gewöhnlich die Körnerschicht, ohne diese vorzubuchten (Fig. 3).

Zunächst möchte ich mit ein paar Worten auf die Protoplasmafasern in dieser Schicht eingehen. Kromayer faßte das Keratohyalin als Zerfallsprodukt der Protoplasmafasern auf, da er im Stratum granulosum keine Protoplasmafasern mehr vorfinden konnte. Nachdem aber von Unna und Rabl gezeigt worden war, daß Protoplasmafasern auch noch in der Körnerschicht ausgebildet sind, konnte Kromayer bei erneuter Untersuchung ebenfalls die gleichzeitige Anwesenheit von Protoplasmafasern und Keratohyalinkörnern nachweisen, nur an der Planta pedis und Vola manus fand Kromayer niemals Protoplasmafasern, während Rabl das Vorkommen derselben auch an diesen Stellen einwandfrei feststellen konnte. Rabl sieht die Ursache für die Divergenz dieser Befunde in den Eigenschaften der Fasern jener Zone, den Farbstoff minder leicht anzunehmen oder leichter wieder abzugeben, als dies die Fasern des Stratum spinosum tun. Auch Weidenreich und Schridde konnten den Fortbestand der Protoplasmafasern in der Körnerschicht bestätigen. Nach Schridde verlaufen die Fasern hier in ähnlicher Weise wie in den tieferen Schichten der Epidermis und haben nur ihr mikrochemisches Verhalten vollkommen geändert. Daher vermutet Schridde, daß das Keratohyalin sowohl

aus Bestandteilen des Protoplasmas wie auch aus chemischen Substanzen, welche von den Protoplasmafasern stammen, herzuleiten ist.

Namentlich an der Haut der Planta pedis und des Zehenrückens, von der mir genügend dünne Schnitte zur Verfügung standen, konnte ich gleichfalls einwandfrei das Vorhandensein der Protoplasmafasern nachweisen; allerdings treten sie, wie ja alle vorgenannten Autoren bemerken, nicht mit derselben Deutlichkeit hervor wie im Stratum spinosum. Es ist dies einerseits bedingt durch ihre schwerere Färbbarkeit — sie halten weder bei der Eisenhämatoxylinfärbung noch bei der Bindegewebsfärbung nach Mallory den Farbstoff so lange zurück wie die Fasern der Stachelzellschicht — andrerseits durch das Engerwerden der Interzellularräume. Aus dem verschiedenen färberischen Verhalten der Protoplasmafasern in der Stachelzell- und Körnerschicht muß ich mit Schridde schließen, daß die Fasern in der letzteren eine chemische Umwandlung eingehen.

Die Frage nach der Herkunft der Keratohyalinkörner erfuhr im Laufe der Zeit die verschiedenste Beantwortung. Während mehrere Forscher (Selhorst, d'Urso, Mertsching, Ernst) das Keratohyalin entweder als unverändertes oder metamorphosiertes Kernchromatin betrachten, tritt Rabl dieser Ansicht entgegen mit der Begründung, daß mit dem Schwund des Kernchromatins die Füllung des Zelleibes mit Keratohyalinkörnern nicht den gleichen Schritt hält. Rabl stimmt aber in dem Punkte mit Ernst und Mertsching überein, daß die Keratohyalinkörner oftmals in eigentümlicher Weise um den Kern gelagert sind und besonders die erstauftretenden in unmittelbarer Nähe desselben sichtbar werden. Gerade diese letztere Erscheinung weist nach Rabl darauf hin, daß die Kerne bei der Bildung des Keratohyalins immerhin mitbeteiligt sein dürften. Nach Rosenstadt ist bei der Bildung des Keratohyalins auch das Protoplasma beteiligt. Es wurde bereits erwähnt, daß Kromayer das Keratohyalin als Zerfallsprodukt der Protoplasmafasern ansieht und Schridde dasselbe aus Bestandteilen des Protoplasmas und aus chemischen Substanzen der Protoplasmafasern herleitet. Weidenreich erscheint es sicher, daß das Keratohyalin das Zerfallsprodukt der Interfibrillarsubstanz vorstellt: »So nur erklären sich auch ungezwungen alle Erscheinungen seines Auftretens, das Erfülltsein der Zelle bei intaktem Kern, die Volumenzunahme der Körner unabhängig von diesem letzteren, die große Masse des Keratohyalins und endlich das Freibleiben der Brücken und der Zellperipherie.«

Wenn ich auch an der Hand meines Materials nicht imstande bin, die schwierige Frage nach der Herkunft des Keratohyalins zu lösen, so möchte ich doch einen Befund erwähnen, der mit der Bildung des Keratohyalins im Zusammenhang zu stehen scheint. Dabei muß ich allerdings etwas weiter ausholen. Nahezu an allen Hautstellen erscheinen die Kapillaren der Papillen, zum Teil auch noch die kleineren Arterien und Venen des Coriums in der Nähe der Papillen mit einer am ungefärbten Schnitte farblosen, ziemlich fein gekörnten Masse erfüllt (Fig. 3, 4, 5). Namentlich die Kapillaren der Papillen sind häufig maximal erweitert und füllen dann die Spitzen der letzteren nahezu vollkommen aus. Blutkörperchen sind nur in den wenigsten Gefäßen vorhanden, was ja infolge der Injektion mit Formalin, die von den Nabelgefäßen aus vorgenommen wurde, erklärlich erscheint.

Die körnige Masse in den Gefäßen färbt sich mit Delafield'schem Hämatoxylin sehr intensiv dunkelblau, ähnlich wie verkalkte Knorpelgrundsubstanz oder Keratohyalingranula. Da es sich um ein neugeborenes Tier handelt, bei dem die Ossifikation in vollem Gange ist, war immerhin an die Möglichkeit zu denken, daß es sich um Kalksalze handeln könnte. Die weiteren Reaktionen sprachen aber gegen eine derartige Auffassung. Die von Merkel eingeführte, von v. Kosse und Schaffer empfohlene Pyrogallolreaktion auf Kalkkörner ergab, nach den von Schaffer (35) gegebenen Vorschriften angewendet, keine Bräunung oder Schwärzung des körnigen Inhaltes der Blutgefäße, fiel also negativ aus. Mit Hämalaun und auch mit Eisenhämatoxylin färben sich die Körnchen in den Gefäßen ebenso intensiv wie die Keratohyalinkörner.

Joh. Fick (13) hat das von Herxheimer in die histologische Technik eingeführte Cresylechtviolett zur Darstellung des Keratohyalins verwendet und durch Färbung der (in Alkohol fixierten und in Paraffin eingebetteten) Schnitte durch drei bis vier Minuten in einer gesättigten wässerigen Lösung

von Cresylechtviolett mit nachherigem Auswaschen in Wasser und Differenzieren in Alkohol eine metachromatische Färbung der Keratohyalinkörner erhalten, indem letztere die Rotkomponente festhalten, so daß sie je nach Anfärbung und Differenzierung violettrot, rostfarben oder lachsfarben erscheinen. Wie ich mich überzeugen konnte, gelingt die metachromatische Färbung des Keratohyalins ebenso schön auch an Formolmaterial nach Zelloidineinbettung. Der fragliche Inhalt in den Gefäßen der Papillen erscheint bei Anwendung dieser Färbung ebenfalls metachromatisch gefärbt, wenn auch nicht so schön wie die Keratohyalinkörner. Die körnigen Massen in den Gefäßen sind deutlich rotviolett gefärbt, wobei aber das Rot bedeutend mehr vorherrscht als zum Beispiel im blauviolett gefärbten Kernchromatin. Bei stärkerer Vergrößerung erscheinen viele von den Körnchen in den Gefäßen deutlich rot gefärbt, andere mehr violett oder violettrot. Sprechen schon die angeführten Reaktionen dafür, daß die körnige Masse in den Gefäßen wenigstens dem Keratohyalin nahesteht, so wurde ich in dieser Auffassung noch mehr bestärkt durch Befunde, die ich auffallenderweise allerdings nur in zwei Gegenden feststellen konnte, nämlich in der Haut des Zehenrückens und teilweise auch in der Haut des Nackens.

In der Haut des Zehenrückens sieht man schon bei schwacher Vergrößerung (Fig. 4) in der nächsten Umgebung der Papillenkuppen, deren Kapillaren strotzend mit der körnigen Masse erfüllt sind, wie letztere stellenweise aus den Kapillaren ausgetreten ist, den nicht von den Kapillaren eingenommenen Raum erfüllt und von hier aus in die Interzellularräume zwischen die Zellen des Stratum spinosum eingedrungen ist und diese vollständig erfüllt. Es entsteht dadurch ein Netzwerk von Strängen, die sich mit Eisenhämatoxylin schwarz, mit Hämatoxylin und Hämalaun blauviolett und mit Cresylechtviolett violettrot färben. Wo die körnige Masse in größter Menge vorhanden ist, erscheinen die Interzellularräume erweitert und bei starker Vergrößerung erkennt man, daß die Körnchen nicht nur zwischen den Zellen liegen, sondern auch in die Zellen eingedrungen sind (Fig. 5). Dieses Netzwerk sitzt hauptsächlich den Kuppen der Papillen auf und verliert sich dann sowohl seitwärts als auch gegen das Stratum granulosum, so daß in den zwischen zwei Papillen gelegenen oberflächlichen Lagen des Stratum spinosum nur hin und wieder einzelne Interzellularräume erfülllt erscheinen. Daß es sich hier um dieselbe Masse handelt, die auch die Kapillaren in den Papillen erfüllt, geht einerseits aus den gleichen Farbreaktionen hervor, andrerseits läßt sich der direkte Zusammenhang der körnigen Masse in den Interzellularräumen mit der in den Kapillaren, beziehungsweise in den Kuppen der Papillen gelegenen, einwandfrei nachweisen. Bei Cresylechtviolettfärbung erscheint die körnige Masse in den Interzellularräumen sowohl wie auch in den Zellen gewöhnlich deutlich rotviolett bis rot gefärbt, namentlich ist dies der Fall gegen das Stratum granulosum hin. In den mittleren und oberflächlichen Schichten des letzteren sieht man nirgends mehr Körnchen zwischen den Zellen; sie liegen hier, wie dies ja sonst im allgemeinen für die Keratohyalinkörner bezeichnend ist, überall nur in den Zellen, die Zellperipherie und die Interzellularräume vollkommen frei lassend. Bei starker Vergrößerung (Fig. 5) erkennt man in den Interzellularräumen vielfach größere und kleinere Tropfen, die namentlich gegen das Stratum granulosum hin eine ziemlich bedeutende Größe annehmen können. Diese Tropfen färben sich mit Cresylechtviolett mehr blauviolett, zum Teil in, zum Teil zwischen diesen Tropfen liegen die mehr rötlich gefärbten, verschieden groben Körnchen; auch in den Kapillaren der Papillen liegen die rötlichen Körnchen in einer mehr blauviolett gefärbten Masse. Die Körnchen in den Gefäßen und Interzellularräumen unterscheiden sich von den Körnern des Stratum granulosum nur dadurch, daß sie sich im allgemeinen intensiver färben, beziehungsweise die Farbstoffe bei der Differenzierung etwas länger zurückhalten als die Keratohyalinkörner des Stratum granulosum; auch ist der Farbton der ersteren bei Cresylechtviolettfärbung mehr ins Violette gehend, als dies bei letzteren der Fall ist. Die Körner in den Gefäßen sind im allgemeinen fein, mehr staubförmig.

Dieser auffallende Befund läßt sich wohl nur derart deuten, daß eine flüssige Substanz, in der Körner von etwas anderer chemischer Zusammensetzung suspendiert sind, die Kapillaren der Papillen

erfüllt, von diesen aus in die Spalträume des umliegenden Bindegewebes der Papillenkuppen gelangt und weiterhin in die Interzellularräume der Epidermis eindringt; hier nimmt die flüssige Substanz mehr Tropfenform an. Je nach der Füllung können die Interzellularräume erweitert erscheinen oder nicht. In diesen bleiben die Protoplasmafasern auch bei starker Füllung erhalten, wovon ich mich namentlich an Schnitten nach Eisenhämatoxylinfärbung überzeugen konnte.

Wenn seit den grundlegenden Untersuchungen von Key und Retzius, denen es durch Einstichinjektion vom subkutanen Bindegewebe aus gelungen ist, die Interzellularräume der Epidermis zu füllen, derzeit wohl allgemein angenommen wird, daß diese als Saftbahnen dienen, in denen Lymphe zirkuliert, wofür auch das Vorkommen von wandernden Leukozyten in den Interzellularräumen spricht, so wird der hier erhobene Befund, daß die Masse in den Blutgefäßen der Papillen und in den Gewebsspalten der letzteren von hier aus auch in die Interzellularräume eindringen und diese mehr oder weniger erfüllen kann, nicht überraschend sein. Nach den Untersuchungen von Flemming (14) am Kiemenepithel der Salamanderlarven ändert die Lymphe mit dem Eintritt in das Epithel ihre Beschaffenheit, indem sie aus dem Stoffwechsel der Zellen in der Keimschicht Bestandteile aufnimmt, welche sie als Bindegewebslymphe noch nicht enthält. Auch in unserem Fall zeigt die die Saftbahnen der Epidermis erfüllende Masse eine etwas andere Beschaffenheit als in den Kapillaren und Gewebsspalten der Papillen wenigstens insofern, als der flüssige Anteil mehr Tropfenform annimmt und die Körnchen verschiedene Größe zeigen. Wir hätten es also hier mit einer lokalen natürlichen Injektion der Lymphräume (Interzellularräume) der Epidermis mit einer flüssigen Masse, die körnige Elemente enthält, von den Blutgefäßen, beziehungsweise den Spalträumen der Papillen aus zu tun.

Wenn einerseits mit Sicherheit nachgewiesen werden kann, daß die Körnchen sich nicht nur in den Spalträumen zwischen den Zellen finden, sondern von hier aus, namentlich in den oberflächlichen Schichten des Stratum spinosum und in den tiefen Schichten des Stratum granulosum, auch in die Zellen eindringen, und da andrerseits die Körnchen im wesentlichen die Reaktionen der Keratohyalinkörner geben, so darf meiner Ansicht nach der Befund zu der Keratohyalinbildung in Beziehung gebracht werden. Ob die Körnchen in den Blutgefäßen und den Interzellularräumen ihrer chemischen Zusammensetzung nach schon als Keratohyalin zu bezeichnen sind oder ob sie aus einer diesem nur nahe verwandten Substanz, vielleicht einer Vorstufe des Keratohyalins bestehen, muß vorläufig dahingestellt bleiben. Immerhin glaube ich, daß der Befund kaum anders gedeutet werden kann, als daß Stoffe für die Keratohyalinbildung wenigstens zum großen Teil durch die Blutbahn und weiterhin durch die Lymphbahnen der Epidermis zugeführt werden, die dann vielleicht erst durch das Hinzukommen chemischer Substanzen aus den Zellen des Stratum granulosum — sei es, daß letztere vom Protoplasma, von den Kernen oder von den Interzellularbrücken stammen — sich in definitives Keratohyalin umwandeln.

Gewiß stößt auch diese Deutung auf Schwierigkeiten. Zunächst ist es auffallend, daß nur an zwei Hautstellen die Interzellularräume der Epidermis mit körnigen Massen erfüllt gefunden wurden, während die Kapillaren in den Papillen nahezu an allen anderen Hautstellen in größerer oder geringerer Menge die körnige Masse enthalten, die Interzellularräume aber frei von dieser sind. Vielleicht läßt sich dieser Befund dadurch erklären, daß das Stadium, in welchem die körnigen Massen in die Lymphbahnen der Epidermis eindringen, nur verhältnismäßig kurz andauert oder schnell wieder [illegible] folgt, so daß man also verhältnismäßig selten die gefüllten Interzellularräume zu sehen bekommt. Immerhin mag hierbei auch die Injektion der Blutgefäße mit Formalin, die in unserem Falle vorgenommen wurde, eine gewisse Rolle spielen, indem hiedurch vielleicht plötzlich die körnige Masse in die Spalträume der Epidermis hineingedrängt wurde, während in vivo das Vordringen der Körner nur langsam erfolgt und daher weniger in die Augen fällt.

Weiterhin erscheint es auffallend, weshalb höchstens noch in den tiefsten Schichten des Stratum granulosum die Interzellularräume erfüllt, in den oberflächlichen Schichten desselben aber stets frei von Körnchen gefunden werden. Man könnte wohl daran denken, daß die mit Keratohyalin gefüllten

Zellen von den tiefsten Schichten des Stratum granulosum einfach durch den ständig erfolgenden Nachschub von Zellen vom Stratum germinativum aus in oberflächlichere Schichten emporgedrängt werden, daß also die Keratohyalinbildung in jeder Zelle des Stratum granulosum schon zu einem Zeitpunkte ihren Abschluß erfahren hat, in dem sie noch in der tiefsten Schicht gelegen ist, während in den oberflächlicher gelegenen Zellen eine Neubildung von Keratohyalin nicht mehr erfolgt. Dagegen scheint wieder der Umstand zu sprechen, daß man gerade die oberflächlichen Zellen des Stratum granulosum gewöhnlich dichter und teilweise auch mit größeren Keratohyalinkörnern erfüllt sieht, als die der tiefen Schichten. Die dichte Lagerung der Körner in den oberflächlichen Zellen kann vielleicht durch stärkere Abflachung der Zellen bedingt sein; allerdings kommen an vielen Stellen in den oberflächlichen Lagen auch wenig abgeflachte Zellen vor, die ebenfalls sehr dicht mit Körnern erfüllt sind.

Es ist wohl ausgeschlossen, daß die beschriebenen Bilder als Ausdruck eines Abtransportes von Keratohyalin aus dem Stratum granulosum in die Lymphbahnen der Epidermis und weiterhin in die Blutbahn anzusehen sind, denn sicher mit Recht wird allgemein angenommen, daß der Lymphstrom in der Epidermis von der Tiefe gegen die Oberfläche gerichtet ist, und außerdem wäre es kaum erklärlich, daß gerade beim neugeborenen Tier, wo die Verhornung der Epidermis in vollem Gange ist, Keratohyalin abgeführt werden soll. Somit bleibt meines Erachtens nur die Annahme übrig, daß es sich um die Zuführung von Substanzen durch die Blut- und Lymphbahnen handelt, die für die Keratohyalinbildung verwertet werden.

c) Stratum lucidum und corneum.

Bezüglich des Baues der Epidermis, namentlich mit Rücksicht auf die Verhornung, werden beim Menschen gewöhnlich zwei Typen unterschieden. An Stellen mit dicker Epidermis und gut ausgebildetem Papillarkörper (Planta pedis und Vola manus des Menschen, Sohlen- und Zehenballen der Fleischfresser) verflüssigen sich die Keratohyalinkörner des Stratum granulosum und bilden eine die Zellen der nächst höher gelegenen Schicht diffus durchtränkende Masse, das Eleidin. Dadurch entsteht eine dem Stratum granulosum unmittelbar aufliegende, gleichmäßig glänzende Schicht, das Stratum lucidum, auf das das eigentliche Stratum corneum folgt. In dieser Schicht ist das Eleidin fester geworden und wird als Pareleidin (Weidenreich) bezeichnet; das Exoplasma der Zellen bildet sich zu einer verhornten Membran um, das im Inneren der Zellen gelegene Protoplasma vertrocknet zu einem Maschenwerk und an der Oberfläche des Stratum corneum erfolgt eine ständige Abschilferung der verhornten Schuppen. Der zweite Typus betrifft alle übrigen Stellen der Epidermis. Er unterscheidet sich vom ersten Typus hauptsächlich dadurch, daß die Papillen schwächer entwickelt sind, das Stratum granulosum stellenweise von Lücken unterbrochen erscheint und ein Stratum lucidum vollständig fehlt.

Die Epidermis des neugeborenen Nilpferdes unterscheidet sich von der des Menschen zunächst durch die verhältnismäßig starke Entwicklung des Stratum lucidum an allen Körperstellen und durch das vollkommene Fehlen (ausgenommen eine Stelle an der Planta pedis) des eigentlichen Stratum corneum. Gleichzeitig sehen wir aber auch an allen Hautstellen des Nilpferdes den Papillarkörper außerordentlich mächtig ausgebildet und ebenso, wie schon erwähnt, die Zellen des Stratum granulosum in mehrfachen Lagen angeordnet. Es würde demnach die ganze Epidermis des Nilpferdes ihrem Baue nach der dicken Epidermis an Planta pedis und Vola manus des Menschen entsprechen. Tatsächlich erreicht auch die Epidermis beim Nilpferd an allen Körperstellen eine sehr beträchtliche Dicke. Das Fehlen des eigentlichen Stratum corneum ist wohl nur darauf zurückzuführen, daß es sich um ein neugeborenes Tier handelt. Später kommt es sicher auch beim Nilpferd allenthalben zur Ausbildung eines Stratum corneum, wie dies auch aus den Literaturangaben hervorgeht. Toldt erwähnt bezüglich der Oberflächenbeschaffenheit der Epidermis, daß nach Haacke und Kuhnert beim erwachsenen Flußpferd die Hautoberfläche borkig und rissig ist und sich leicht abschilfert,

letztere Eigenschaften aber an der Haut des neugeborenen Nilpferdes noch nicht bemerkbar sind; sie ist, abgesehen von den Runzeln, glatt und macht einen festgefügten Eindruck.

Diese makroskopisch sichtbare Oberflächenbeschaffenheit der Epidermis des neugeborenen Tieres erklärt sich aus dem Fehlen des eigentlichen Stratum corneum; infolgedessen kommt es auch nirgends zu einer Abschilferung von Epidermisschuppen — die Oberfläche erscheint auch am Schnitte überall glatt. Die einzige Ausnahme von diesem Verhalten findet sich an einer umschriebenen Stelle der Sohlenhaut. Diese Stelle ist auch Toldt schon bei der makroskopischen Untersuchung durch ihr abweichendes Verhalten aufgefallen. Toldt bemerkt hierüber folgendes: »Im mittleren Teile des Sohlenballens sämtlicher vier Füße fällt eine Stelle von annähernd birnförmigem Umriß (Längsachse zirka 28 *mm*, Breite der Basis [proximal] zirka 23 *mm*) durch ihre wesentlich lichtere (weißliche) Färbung auf. Bei starker Lupenvergrößerung (Taf. III, Fig. 10) erkennt man, daß die Hautoberfläche, die auf der ganzen Sohle fein längsfaserig erscheint und locker verteilte Enden von sehr schwach distal aufwärts verlaufenden Hornröhrchen aufweist, hier im Begriffe ist, Epidermisplättchen von unregelmäßiger Form und verschiedener Größe abzuschilfern. Die weißliche Färbung der Haut dürfte hauptsächlich auf den infolge der Lockerung stärkeren Luftgehalt des Gewebes zurückzuführen sein. Die dunkle Umgebung ist dagegen ziemlich glatt und zeigt keine auffallende Abschilferung der Hautoberfläche. Vermutlich stellt diese Abschilferung gleichfalls einen der Abstoßung des Epitrichiums ähnlichen Prozeß dar«.

Die mikroskopische Untersuchung einer derartigen Stelle zeigt, daß es hier schon zur Ausbildung eines eigentlichen Stratum corneum gekommen ist, dessen oberflächliche Schuppen in Abstoßung begriffen sind (Fig. 2, St. c.), während in der Umgebung dieser Stelle nur das Stratum lucidum entwickelt ist, ein Stratum corneum hingegen fehlt. Aus diesem Befunde ergibt sich somit, daß die Verhornung an jenen Stellen, wo die dickste Epidermis (das dickste Stratum granulosum) und die höchsten Papillen vorhanden sind (vgl. die Tabelle auf p. 3 [3]), am weitesten vorgeschritten ist.

Wie aus der Tabelle auf p. 3 [3] hervorgeht, schwankt die Dicke des Stratum lucidum zwischen 15 und 390 μ. Das dünnste Stratum lucidum fand ich am oberen Augenlid, dann folgt der Ohrmuschelrand, die Haut der Submentalgegend, des Rückens, Nackens und Bauches (20 bis 28 μ), weiterhin die Haut des Oberschenkels, des unteren Nüsterrandes, der Stirn und des Schwanzes (30 bis 40 μ), die Haut der Oberlippe (55 μ), des Kinnpolsters und der Zehen (80 μ). Das Stratum lucidum der Sohlenhaut besitzt an den Stellen, wo das eigentliche Stratum corneum fehlt, eine Dicke von 390 μ, während an der Stelle, wo auch das Stratum corneum am stärksten ausgebildet erscheint, die Dicke dieser beiden Schichten zusammen 640 μ beträgt. Vergleicht man diese Zahlen mit denen der Gesamtdicke der Epidermis, so folgt, daß die beiden Zahlenreihen in keinem bestimmten Verhältnis stehen; es zeigt wohl die Sohlenhaut neben der dicksten Epidermis auch das stärkste Stratum lucidum, im übrigen können aber auch Hautstellen mit verhältnismäßig dicker Epidermis, wie die Haut des Oberschenkels (Epidermisdicke 750 μ), ein verhältnismäßig nur schwach entwickeltes Stratum lucidum (30 μ) zeigen und umgekehrt. Auch die Höhe der Papillen steht nicht in geradem Verhältnis mit der Dicke des Stratum lucidum.

Bezüglich des Baues des Stratum lucidum an allen Hautstellen des Nilpferdes wäre zunächst zu erwähnen, daß es im allgemeinen bei schwacher Vergrößerung homogen erscheint, bei starker Vergrößerung und geeigneter Färbung erkennt man aber an dünnen Schnitten deutlich seine Zusammensetzung aus stark abgeflachten Zellschuppen. Vielfach sind diese Zellschuppen zu Lamellen angeordnet und können sich als solche auch teilweise ablösen. Während bei Eisenhämatoxylinfärbung das ganze Stratum lucidum gewöhnlich homogen und intensiv schwarz gefärbt erscheint, treten bei weitgehender Differenzierung in Eisenalaun sehr deutlich die einzelnen Zellschuppen mit den zwischen ihnen gelegenen, verhältnismäßig weiten Interzellularräumen hervor (Fig. 6). Die Form der einzelnen Schuppen ist eine verschiedene. In den basalen und mittleren Schichten finden sich hauptsächlich

stark abgeflachte Gebilde, die am Querschnitte spindelförmig erscheinen, während in den oberflächlichen Schichten recht verschieden geformte Schuppen auftreten. Vielfach sind sie hier mit welligen Umrissen begrenzt, an den Enden abgerundet oder gegabelt, wobei in die Furchen und Einkerbungen entsprechende Fortsätze und Vorwölbungen benachbarter Zellschuppen eingreifen. Hier zeigen die Schuppen somit eine ähnliche Beschaffenheit, wie sie Weidenreich (47) an der Epidermis von Planta pedis und Vola manus beschreibt und abbildet (48, Fig. 14). Weidenreich erwähnt nämlich, daß hier die Zellen keine zusammenhängende Masse bilden, sondern voneinander durch deutliche Interzellularräume getrennt sind, die stets als weiße Linien zwischen den Zellen auftreten; daß die Form der Zellen keineswegs so einfach sei, wie man bisher gewöhnlich annahm, sondern daß sie eigentümliche Gabelungen und Fortsätze zeigen, die ihrerseits wieder Teilungen unterliegen, in die die Nachbarzellen eingreifen, so daß sie dadurch fest miteinander verkeilt erscheinen. »Die Zeichnung der Zellgruppen ähnelt der Zeichnung der Landesgrenzen einer Landkarte, wie Ernst schon gesehen zu haben scheint«.

Bei starker Vergrößerung kann man nach Weidenreich erkennen, daß die Oberfläche der Zellen mit kleinen Fortsätzen (Zähnchen) besetzt ist. Eine Verbindung dieser Zähnchen durch Fäden läßt sich niemals nachweisen; dagegen scheinen sie bald einander gegenüberzustehen, bald ineinanderzugreifen. Gegenüber der Hornschicht von Vola manus und Planta pedis zeigt die der übrigen Hautstellen nach Weidenreich ein abweichendes Verhalten. Hier sind die Zellen zu Lamellen zusammengeschlossen; Interzellularräume sind nicht nachweisbar, ebensowenig Zähnchen. In den Zähnchen der Zellschuppen sieht Weidenreich Reste der Knötchen von Interzellularbrücken, die wahrscheinlich in der Mitte durchrissen sind, so daß dadurch die Verbindung benachbarter Zellen gelöst erscheint.

In den tiefen und mittleren Schichten des Stratum lucidum konnte ich vielfach an den Zellschuppen »Zähnchen« nachweisen, in den oberflächlichen Schichten scheinen diese aber vollständig zu fehlen, indem hier die Zellumrisse vollkommen glatt erscheinen. Außer den Zähnchen, die wohl sicher als Reste von Protoplasmafasern aufzufassen sind, glaube ich aber an manchen Stellen mit Sicherheit noch wohl erhaltene Protoplasmafasern nachweisen zu können, die Verbindungen zwischen benachbarten Schuppen herstellen (Fig. 6). Diese Beobachtung steht mit den Befunden von Rabl (32) im Einklang, indem auch Rabl in den untersten Zelllagen der Hornschicht noch gelegentlich ein ganzes Bündel nebeneinander laufender Verbindungsbrücken fand, während sie in den oberen Lagen nur mehr vereinzelt vorkommen und schließlich ganz verschwinden. Auch nach Merk (26) ist es außer allem Zweifel, daß die Ranvier'schen Fasern (Protoplasmafasern) in der ganzen Epidermis erhalten bleiben.

Während an allen übrigen Stellen der Nilpferdhaut das Stratum lucidum ziemlich gleichmäßig gefärbt und bei schwacher Vergrößerung nahezu homogen erscheint, sieht man dasselbe an der Sohlen- und Zehenhaut von schrägen, zu einander parallel verlaufenden Streifen durchzogen, die sich sowohl in ihrer Färbbarkeit als auch in ihrer Struktur von der Nachbarschaft unterscheiden (Fig. 2 und 3, P'). Wie schon erwähnt, erreichen die Papillen in der Haut der Fußsohle eine ganz außerordentliche Höhe und ragen mit ihren Spitzen sogar noch eine Strecke weit in das Stratum lucidum vor. Jede Papille setzt sich nun gewissermaßen durch das ganze Stratum lucidum in Form eines etwas modifizierten Stranges verhornter Epidermiszellen fort, so daß sich die suprapapillären Anteile des Stratum lucidum von den interpapillären Anteilen unterscheiden lassen, ähnlich etwa wie in der Hornsubstanz der Hufe, Klauen und Hörner das suprapapilläre Horn (Hornsäulchen, Hornröhrchen) sich vom interpapillären unterscheidet. Stellenweise überragen an der Fußsohle die »Hornsäulchen« die Epidermisoberfläche in Form von zugespitzten, schräg geneigten Erhebungen, was auch Toldt schon aufgefallen ist. In den suprapapillären Strängen sind die Zellschuppen alle mehr oder weniger in der Richtung der Papillenachse angeordnet, also schräg zur Hautoberfläche gestellt, während die interpapillären Zellschuppen parallel zu dieser verlaufen. Bei Hämatoxylin-Eosinfärbung erscheinen

entweder die ganzen suprapapillären Stränge dunkler gefärbt als die Umgebung oder es liegen nur randständig dunkler gefärbte Zellschuppen, während die Achse lichter erscheint.

Die schon früher erwähnte dreieckige hellere Stelle an der Planta pedis trägt dem Stratum lucidum aufgelagert noch ein Stratum corneum (im engeren Sinne). Die Zellschuppen desselben zeigen den für das Stratum corneum im allgemeinen charakteristischen Bau. Sie sind weniger stark abgeflacht als die Schuppen des Stratum lucidum, in den oberflächlichsten Lagen stark aufgebläht, wie verquollen, und in lebhafter Abstoßung begriffen, so daß sie teils einzeln, teils in Gruppen aus dem gegenseitigen Verbande gelöst erscheinen. Die Hornschuppen besitzen eine verhornte, sich dunkler färbende Membran; im Inneren erkennt man einen ausgesprochen wabigen Bau. Auch noch hier macht sich, wenn auch weniger deutlich als im Stratum lucidum, ein Unterschied zwischen suprapapillärer und interpapillärer Epidermis bemerkbar, indem die Schuppen der suprapapillären Stränge im allgemeinen weniger stark verquollen aussehen und sich etwas dunkler färben als die Umgebung. Insofern besteht eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Stratum corneum der unbehaarten menschlichen Haut, indem auch hier, nach Rabl schon am ungefärbten Durchschnitte, das suprapapilläre Stratum eine dunklere Färbung als das interpapilläre (»Blaschko'sche Falte«) zeigt; noch deutlicher treten die Farbendifferenzen nach Rabl an gefärbten Schnitten hervor.

Bei Bindegewebsfärbung nach Mallory erscheint das Stratum lucidum wie an allen anderen Hautstellen orangerot, das eigentliche Stratum corneum blau gefärbt. Eine scharfe Grenze zwischen beiden Lagen besteht aber nicht, indem in der Grenzzone zwischen beiden Schichten blaue mit mehr orangegelben Zellschuppen vermengt erscheinen. Auch das suprapapilläre Stratum corneum zeigt in der Regel gegenüber dem blaugefärbten interpapillären eine orangerote Färbung.

Ob es beim Flußpferd gegen Ende des Fetallebens ähnlich wie bei manchen anderen Säugetieren (zum Beispiel Edentaten, Delphinen und Suinen) zu einer Abstoßung der obersten Lagen der Hornschicht in continuo (Epitrichium) kommt oder nicht, vermag ich natürlich an meinem Material nicht zu entscheiden. Für einen derartigen Vorgang spricht vielleicht der Umstand, daß im allgemeinen ein eigentliches Stratum corneum vollständig fehlt. Daß es sich aber in der nur an der näher bezeichneten Stelle der Fußsohle vorhandenen Hornschicht um einen Rest des fetal gebildeten Stratum corneum handelt, der noch nicht zur Abstoßung gelangt ist, scheint nicht wahrscheinlich, sondern es ist viel eher anzunehmen, daß — vorausgesetzt, daß es überhaupt beim Nilpferd zur Abstoßung eines Epitrichiums während des Fetallebens kommt — wir es mit der Bildung des bleibenden Stratum corneum zu tun haben. Die Befunde an der Sohlenhaut des neugeborenen Nilpferdes stehen insofern im Einklang mit der namentlich von R. Semon (39) näher untersuchten Verhornung der Planta pedis (und Vola manus) des Menschen, als die Entwicklung der Epidermis an diesen Stellen der an anderen Körperstellen bedeutend vorauseilt und als nach Abstoßung der im Fetalleben gebildeten Hornschicht nach der Geburt sich auf der Ferse und anderen Teilen der Planta eine sehr viel dickere Hornschicht als am ganzen übrigen Körper (mit Ausnahme der Palma) entwickelt, und zwar während einer fast ein Jahr lang dauernden Periode, in welcher die Haut der Fußsohle keineswegs anderen äußeren Einflüssen unterliegt als die des übrigen Körpers, in welcher also eine spezifische funktionelle Inanspruchnahme ebenso fortfällt wie im Embryonalleben.

Zusammenfassend würde sich über den Bau der Epidermis folgendes ergeben:

Die ganze Epidermis des neugeborenen Flußpferdes ist nach Art der Epidermis an der menschlichen Planta pedis und Vola manus gebaut (mächtig entwickelte Papillen, hohe Schichtung des Stratum germinativum und granulosum, starke Entwicklung des Stratum lucidum).

An Hautstellen mit sehr hohen Papillen (Sohlen- und Zehenhaut) durchsetzen diese nicht nur das Stratum germinativum, sondern auch das Stratum granulosum und ragen mit ihren Spitzen frei in das Stratum lucidum vor.

Protoplasmafasern (Interzellularbrücken) sind nicht nur im Stratum germinativum sehr deutlich ausgebildet, sondern auch im Stratum granulosum nachzuweisen. Die Ranvier'schen Knötchen derselben (Dermatosomen Rabl's) sind wahrscheinlich quergetroffene Protoplasmafasern, zum Teil Verdickungen an den Knotenpunkten zweier sich kreuzenden Protoplasmafasern. In den basalen und mittleren Schichten des Stratum lucidum scheinen die Protoplasmafasern stellenweise noch vollständig erhalten zu sein, stellenweise finden sich nur mehr Reste von ihnen; nur in den oberflächlichen Schichten fehlen sie vollständig.

Die Zellen des Stratum cylindricum erscheinen basal ausgefranst. Die Epithelfransen gehen nicht in Elemente des Coriums über; zwischen beiden besteht nur eine innige Berührung, wodurch der Zusammenhang zwischen Epidermis und Corium gesichert erscheint. Eine Basalmembran ist nirgends nachzuweisen.

Die strotzende Füllung der Mehrzahl der Kapillaren in den Papillen mit einer körnigen Masse, welche ihrem mikrochemischen Verhalten nach dem Keratohyalin mindestens sehr nahe steht, weiterhin das Eindringen dieser Masse in die Gewebsspalten der Papillen und von hier aus in die Interzellularräume der Epidermis und in die Epidermiszellen selbst spricht dafür, daß Stoffe für die Keratohyalinbildung durch die Blutbahn zugeführt werden.

Beim neugeborenen Nilpferd fehlt noch das Stratum corneum im engeren Sinne. Nur an einer umschriebenen Stelle der Sohlenhaut ist es zur Ausbildung desselben gekommen, so daß also die Verhornung an der Stelle der dicksten Epidermis und der höchsten Papillen am weitesten vorgeschritten erscheint.

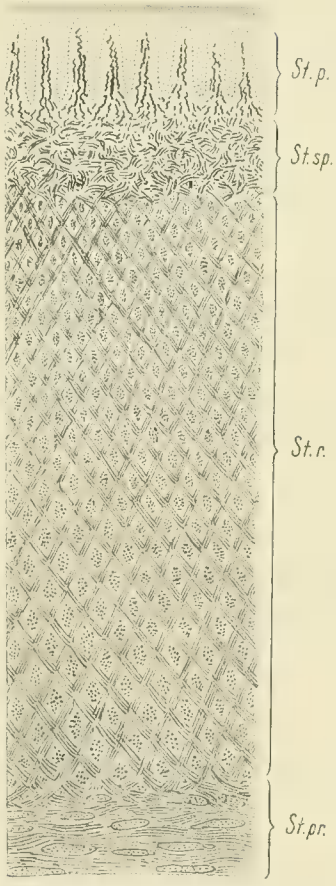
IV. Corium.

M. Weber (46) bemerkt, daß an der Lederhaut des Nilpferdes neben der Dicke auch schon früheren Beobachtern das geflochtene Wesen derselben, dem sie ihre ganz außerordentliche Zähigkeit zu verdanken hat, aufgefallen ist. Entsprechend der Kahlheit der Haut und der Dicke der Epidermis ist nach Weber der Papillarkörper im allgemeinen sehr stark entwickelt. Ähnlich wie bei Cetaceen dringen lange Papillen tief in die Epidermis ein.

Gewöhnlich werden am Corium zwei Lagen unterschieden, nämlich eine oberflächliche, das Stratum papillare, und eine tiefe, das Stratum reticulare. Das Stratum papillare trägt die Papillen, die besonders gut an den haarfreien Hautstellen ausgebildet sind, hingegen an stark behaarten Stellen vollkommen fehlen können; die Bindegewebsbündel sind fein, von unregelmäßigem Verlauf und zu einem dichten Flechtwerk vereinigt. Das Stratum reticulare ist durch kräftigere Bindegewebszüge ausgezeichnet, die bei den Haussäugetieren (vgl. Stoss [41]) hauptsächlich parallel zur Hautfläche gelagert sind und sich recht- und spitzwinkelig durchflechten nach Art einer Strohmatte, so daß hierdurch ein rhomboides grobmaschiges Netzwerk gebildet wird. Die Form dieser Maschen ist bekanntlich abhängig von der vitalen Spannung der Haut. Die größere Diagonale entspricht hierbei der Spannungsrichtung. Die Verlaufsrichtung der Fasern ist zugleich von Einfluß auf die Spaltbarkeit der Haut. Für die Bezeichnung Stratum papillare bringt Stoss wegen der geringen Entwicklung des Papillarkörpers der behaarten Haut die Bezeichnung Stratum pilosum in Vorschlag. Bonnet (2) unterscheidet an der Lederhaut drei Lagen, nämlich außer dem Stratum papillare und reticulare noch eine zwischen beiden gelegene, namentlich an haar- und drüsenreichen Hautstellen deutliche Zwischen- oder intermediäre Schicht, in der die Faserbündel etwas feiner sind als im Stratum reticulare und ihre Verlaufsrichtung durch die in diese Lage eingepflanzten Drüsen, Haare und Muskeln eine unregelmäßigere wird als im Stratum reticulare. Kränzle (22) schlägt vor, anstatt

Stratum papillare die Bezeichnung Stratum superficiale einzuführen und außerdem am Corium noch ein Stratum intermedium und profundum zu unterscheiden.

Betrachtet man einen senkrechten Durchschnitt einer dicken Hautstelle des Nilpferdes, so bietet sich einem ein ganz ungewohnter Anblick. Wir sehen zunächst, daß wir mit der gewöhnlichen Schichteneinteilung der Lederhaut nicht ausreichen; das Corium bietet in seinen oberflächlichen, mittleren und tiefen Anteilen ein grundverschiedenes Aussehen (Fig. 7, 8). Mir scheint es zweckmäßig, an der Lederhaut des Nilpferdes vier Lagen zu unterscheiden, die allmählich ineinander übergehen, nämlich: 1. das Stratum papillare, 2. das Stratum subpapillare, 3. das Stratum reticulare und 4. das Stratum profundum, an das sich die Subcutis anschließt. Letztere rechne ich nicht dem Corium zu, wie dies von mancher Seite geschieht, sondern betrachte sie lieber als gesonderten Anteil der äußeren Haut. Da es außerordentlich schwer fällt, Übersichtsbilder über das ganze Corium zeichnerisch naturgetreu wiederzugeben, so habe ich versucht, erstere durch Mikrophotogramme zu ergänzen. Ich möchte ausdrücklich hervorheben, daß bei sämtlichen Aufnahmen absichtlich in keiner Weise nachgeholfen wurde, daß alle bei genau derselben Vergrößerung gemacht wurden und daß die Fig. 24 bis 26 ein und demselben Schnitte entstammen. Der Übersichtlichkeit halber gebe ich in beistehender Textabbildung ein Schema über den Verlauf der Bindegewebsbündel in den einzelnen Schichten des Coriums.



Schematische Darstellung des Faserbündelverlaufes in der Nilpferdhaut.

St. p. = Stratum papillare,
St. sp. = Stratum subpapillare,
St. r. = Stratum reticulare,
St. pr. = Stratum profundum.

Das Stratum papillare umfaßt nicht nur das Gewebe der Papillen, sondern auch noch einen schmäleren darunter liegenden Abschnitt des Coriums. Es ist ausgezeichnet durch sehr feine Fibrillenbündel von welligem Verlaufe. Im allgemeinen herrscht eine senkrecht aufsteigende Faserrichtung vor, namentlich in den Papillen selbst verlaufen nahezu alle Fibrillen mehr oder weniger parallel der Längsachse derselben. Das Stratum papillare ist außerdem verhältnismäßig zell- und gefäßreich.

Das Stratum subpapillare zeigt schon bedeutend gröbere, aber ungleich dicke Fibrillenbündel, die ebenfalls wellig verlaufen, sich in den verschiedensten Richtungen durchflechten, so daß keine bestimmte Faserrichtung vorherrscht. Es ist zell- und gefäßärmer als das Stratum papillare.

Das Stratum reticulare bildet in der Regel die weitaus mächtigste Schicht des Coriums. Die groben Faserbündel erscheinen meist vollkommen gestreckt, sind dann außerordentlich regelmäßig nach verschiedenen Richtungen durchflochten und bilden einen ausgesprochenen Faserfilz. Es ist sehr gefäßarm.

Das Stratum profundum ist aufgebaut aus sehr mächtigen Faserbündeln, die gegen das Stratum reticulare hin sich unregelmäßig verflechten, in den tieferen Lagen aber alle mehr weniger parallel der Hautoberfläche verlaufen und sich gegenseitig überkreuzen. Gefäße sind etwas reichlicher vorhanden als im Stratum reticulare.

Nach dieser kurzen Charakteristik soll etwas näher auf die einzelnen Schichten des Coriums, namentlich auch mit Rücksicht auf die örtlichen Verschiedenheiten, eingegangen werden.

a) Papillen und Stratum papillare corii.

Ein Stratum papillare ist an allen Körperstellen deutlich ausgebildet; es sind zum Unterschiede von dichtbehaarten Säugetieren überall die Papillen mächtig entwickelt, so daß auch in dieser Hinsicht die Nilpferdhaut der Haut anderer Säugetiere an unbehaarten Körperstellen entspricht.

Nach Weber kommen die Papillen an den Lippen des Nilpferdes zu ganz exzessiver Entwicklung, und zwar besonders dort, wo sich die Außenfläche der Lippe in die Innenfläche umbiegt. An dieser Stelle reichen die Papillen bis zum Stratum corneum, trotzdem die Epidermis gerade hier sehr dick ist. Entsprechend dem Ende einer Papille findet man vielfach auf der Oberfläche der Epidermis eine kleine Erhabenheit, doch bringen nur die stärkeren Papillen eine solche Erhebung zuwege. Die Länge dieser Papillen beträgt 2·22 *mm*. Es ist nach Weber nicht uninteressant, daß ähnliche, ungewöhnlich lange Papillen auch in der Epidermis der Schweineschnauze nahe bis zu deren Stratum corneum vordringen. Treffend ist ferner bei der nahen Verwandtschaft des Hippopotamus mit dem Schweine, daß in diesen Papillen lange Gefäßknäuel liegen, ähnlich den Gefäßknäueln, die als Inhalt der Papillen namentlich des Schwanzes vom Schweine durch Ribbert nachgewiesen wurden. Soweit Weber bekannt, sind dies die beiden einzigen Vorkommnisse von Kapillarknäueln in den Papillen der Lederhaut, die wohl zu unterscheiden sind von den gewöhnlichen gewundenen Kapillarschlingen der Papillen. Die übrigen Papillen, die über den ganzen Körper entwickelt sind, enthalten nach Weber ebenfalls lange Gefäßschlingen, die aber niemals bis zum Stratum corneum aufsteigen, sondern stets in der oberen Lage des Stratum mucosum endigen, auch niemals knäuelförmig sind.

Bezüglich der Länge der Papillen wurde schon erwähnt, daß dieselbe in geradem Verhältnis zur Dicke der Epidermis steht, wie aus der Tabelle auf p. 3 [3] hervorgeht. Die niedersten Papillen mit 200 μ Länge fand ich am Ohrmuschelrand und am oberen Lid, dann folgen die Papillen am unteren Nüsterrand, der Bauchhaut, Submentalgegend, Oberlippe, Nacken, Stirn, Rücken, Schwanz, Kinnpolster, Zehenhaut und Sohle. Die längsten Papillen fand ich demnach in der Sohlenhaut. Sie erreichen hier die Länge von 1400 μ, während Weber die längsten Papillen in der Lippenhaut nachweisen konnte; ihre Länge beträgt hier nach Weber 2220 μ. Allerdings scheint sich dieses Maß auf das erwachsene Nilpferd zu beziehen. Daß nach meinen Befunden die Papillenlänge an der Lippe etwa in der Mitte aller daraufhin untersuchten Hautstellen steht und bedeutend gegenüber der Länge der Papillen an der Fußsohle zurücksteht, erklärt sich vielleicht daraus, daß meine Befunde sich nur auf die Oberlippe beziehen, während möglicherweise Weber die Papillen der Unterlippe gemessen hat. Daß die Papillen bei sehr beträchtlicher Länge, wie dies Weber für die Lippenpapillen angibt, bis in die Hornschicht hineinreichen können, konnte ich zwar nicht an den Papillen der Oberlippe, wohl aber an den höchsten Papillen der Zehen- und Sohlenhaut nachweisen (Fig. 2, 3), worauf schon früher näher eingegangen wurde.

In Bezug auf die Form der Papillen ist zu erwähnen, daß sie an allen Körperstellen im allgemeinen im Verhältnis zur Länge schlanke Gebilde darstellen, die entweder mit abgerundeter Kuppe oder auch schwach zugespitzt endigen. An Flachschnitten durch die Epidermis, an denen die Papillen je nach ihrem Verlauf rein quer oder schräg getroffen sein können (Fig. 9), herrschen kreisrunde oder ovale Durchschnitte vor; manche Papillen erscheinen am Durchschnitt etwas unregelmäßiger geformt, abgeplattet u. s. f. Neben längeren Papillen können an ein und derselben Hautstelle auch kürzere und zugleich dünnere Papillen vorkommen. Nirgends aber findet man zusammengesetzte Papillen, wie sie nach der Beschreibung von Smith (40) in der Haut des Elefanten an vielen Stellen gefunden werden. Ebensowenig kommen an irgendeiner Hautstelle Koriumleisten vor. Eine bestimmte Gruppierung der Papillen, in der Weise etwa, daß mehrere Papillen als zusammengehörig aufgefaßt werden könnten, ist nicht nachzuweisen; alle Papillen stehen in ziemlich regelmäßigen Abständen nebeneinander, und zwar so dicht, daß namentlich in der Nähe der Basis der Papillen die zwischenliegende Epidermis nur ganz schmale Stränge bildet.

Die Papillen verlaufen im allgemeinen geradegestreckt und stehen an den meisten Körperstellen mit ihrer Längsachse nahezu senkrecht zur Hautoberfläche (Fig. 7). Nur die längsten, nahezu fadenförmigen Papillen der Planta und der Zehenhaut ziehen schräg distalwärts geneigt durch die Epidermis und erfahren, namentlich an der Sohlenhaut, eine deutliche Abknickung während ihres Verlaufes (Fig. 2). An ihrer Basis nur wenig geneigt aufsteigend, richten sie sich, etwas vor der Mitte

des Stratum germinativum im stumpfen Winkel abgebogen, stark distalwärts und behalten, weiterhin gestreckt verlaufend, diese schräge Neigung bei. Die Papillen in der Haut des Zehenrückens zeigen nicht so deutlich die winkelige Abknickung; sie erscheinen mehr bogenförmig gekrümmt. Aus dieser schrägen Verlaufsrichtung an den beiden genannten Hautstellen erklärt es sich, daß die Papillen beträchtlich länger sind als der Dickendurchmesser des Stratum germinativum und granulosum zusammengenommen, wie dies aus der Tabelle auf p. 3 [3] hervorgeht.

Das Bindegewebe in den Papillen (Fig. 24) ist ausgezeichnet durch seinen lockeren Bau. Die Fibrillen zeigen einen welligen Verlauf und erscheinen nur lose aneinander gelagert, so daß es nirgends zur Bildung kompakter, gröberer Bündel kommt. Nahezu alle Fibrillen sind, wie beim Menschen (Rabl [32]), parallel zur Längsachse der Papillen angeordnet; außerdem fällt der Kernreichtum im Bindegewebe des Stratum papillare auf. Dieser lockere Bau des Coriums setzt sich auch noch eine kleine Strecke weit von der Basis der Papillen gegen die Tiefe hin fort; auch hier noch zeigen die Fibrillen den welligen Verlauf und sind der Mehrzahl nach in senkrecht aufsteigender Richtung angeordnet, wenngleich daneben schon zahlreiche, nach verschiedenen Richtungen sich durchkreuzende Fibrillen und Fibrillenbündel vorkommen. Indem sich weiterhin die Fibrillen zu gröberen, wellig verlaufenden Bündeln anordnen, die sich in verschiedenen Richtungen durchkreuzen, erfolgt der ganz allmähliche Übergang des Stratum papillare in das Stratum subpapillare; eine scharfe Grenze ist demnach zwischen beiden Lagen nicht zu ziehen.

Das elastische Gewebe des Stratum papillare besteht durchwegs aus feinen Fasern, die, vom Stratum subpapillare kommend, in radiär aufsteigender Richtung in das Stratum papillare und die Papillen eintreten. Durch wiederholte spitzwinkelige Teilung werden die Fasern noch feiner, so daß namentlich in den oberflächlichen Teilen der Papillen nur außerordentlich feine elastische Fasern vorkommen. Nahezu alle Fasern zeigen einen welligen Verlauf, wenngleich in weniger hohem Grade als die Bindegewebsfibrillen. Schräg und quer verlaufende Fasern kommen nur selten vor, so daß nicht von einem eigentlichen elastischen Netzwerk gesprochen werden kann, das etwa dem beim Menschen beschriebenen subepithelialen Netz entsprechen würde. Im allgemeinen sind die elastischen Fasern im Stratum papillare in reichlicher Menge vorhanden und ziemlich gleichmäßig über den ganzen Papillenquerschnitt verteilt. In den schräg geneigten Papillen schlagen auch die elastischen Fasern eine schräge Richtung ein, so daß also in den Papillen alle Elemente des Coriums, sowohl die Bindegewebsfibrillen als auch die elastischen Fasern, im großen und ganzen parallel zur Papillenachse angeordnet sind.

Ein wesentlich anderes Aussehen bietet das Stratum papillare an jenen Hautstellen, wo tiefe Oberflächenfurchen der Haut vorhanden sind, wie zum Beispiel am Nacken am Übergange des glatten in den grobhöckerigen Anteil der Haut. Zum besseren Vergleiche gebe ich in Fig. 27 eine mikrophotographische Abbildung einer derartigen Stelle wieder. Die Papillen erscheinen im Bereiche der tiefsten Epidermiseinsenkung abgeflacht und ganz unregelmäßig geformt. Die Elemente des Coriums in den Papillen zeigen nicht mehr den typischen, parallel zur Papillenachse gerichteten Verlauf, sondern sind ganz unregelmäßig angeordnet; das Bindegewebe an der Basis der Papillen, das noch dem Stratum papillare zuzurechnen ist und weiterhin auch das Stratum subpapillare erscheint wie zusammengepreßt, die Spalträume zwischen den Fibrillenbündeln sind eng geworden; alle Bindegewebszüge in der unmittelbaren Nachbarschaft der Einsenkung zeigen einen mehr tangentialen Verlauf. Im ganzen gewinnt man den Eindruck, daß durch die Einsenkung der Epidermis die darunterliegenden Schichten des Coriums zusammengedrückt wurden. Derartige Bilder sprechen dafür, daß die Furchenbildungen an der Hautoberfläche durch ein lokal gesteigertes Wachstum der Epidermis zustandekommen, wobei sich das Corium passiv verhält und zusammengepreßt wird. Wollte man für die Furchenbildungen der Hautoberfläche eine erhöhte Spannung des Coriums in der Richtung von der Oberfläche gegen die Tiefe hin verantwortlich machen, so müßte man ganz andere Bilder zu sehen bekommen; es würden, falls diese Annahme zutreffend wäre, die Elemente des Coriums am Grunde

der Einsenkung sicher nicht tangential verlaufend und zusammengepreßt erscheinen, sondern wir würden die Faserzüge in einer zur Einsenkung radiären Richtung straff angespannt finden, was aber keineswegs der Fall ist. Nach diesen Befunden scheinen für die Oberflächengestaltung der Haut in erster Linie die örtlichen Wachstumsverhältnisse der Epidermis in Betracht zu kommen, während das Corium dabei eine mehr passive Rolle spielt. Zu einer ähnlichen Ansicht gelangte auch Heidenhain (19) gelegentlich der näheren Untersuchung von Epidermis- und Koriumleisten an Hand und Fuß des Affen und Menschen. Nach Heidenhain scheint die gewaltige Entwicklung und spezifische Ausbildung der epithetialen Schicht in der Höhe und Tiefe unzweideutig darauf hinzuweisen, daß die eigenartige Form der gegenseitigen Begrenzung von Epidermis und Corium in hohem Grade von den autonomen Wachstumsverhältnissen der ersteren abhängig ist.

Die Blutgefäße sind im Stratum papillare reichlicher vorhanden als in den übrigen Schichten des Coriums. Es handelt sich hauptsächlich um kleine Gefäße, Kapillaren und Präkapillaren. Da ich keine Injektionspräparate besitze, so vermag ich auch keine eingehende Schilderung über die Anordnung der Blutgefäße, insbesondere der Kapillaren zu geben; sie treten nur in jenen Fällen deutlich hervor, wo sie mit der körnigen Masse, von der bereits früher, anläßlich der Keratohyalinbildung die Rede war, gefüllt erscheinen. Wenn die Kapillaren in den Papillen stark erweitert sind, so erfüllen sie fast vollständig die Papillenspitze. An vielen Hautstellen scheinen nur Kapillarschlingen in den Kuppen der Papillen zu liegen; kompliziert gebaute Kapillarknäuel, wie sie Weber in den Lippenpapillen des Nilpferdes nachgewiesen hat, die einen großen Teil der ganzen Papillenhöhe einnehmen, fand ich nicht nur in der Haut der Oberlippe, sondern auch in den hohen Papillen der Sohlen- und Zehenhaut.

b) Stratum subpapillare corii.

Das Stratum subpapillare (Fig. 7, 24) geht ganz allmählich in das Stratum papillare und in der Tiefe ebenso allmählich in das Stratum reticulare über. Es unterscheidet sich vom Stratum papillare hauptsächlich dadurch, daß die Fibrillen schon zu gröberen Bündeln geordnet sind, die zwar auch noch einen mehr oder weniger welligen Verlauf zeigen, aber nicht wie im Stratum papillare der Mehrzahl nach senkrecht aufsteigen, sondern sich nach den verschiedensten Richtungen überkreuzen, so daß hierdurch ein mehr geflechtartiger Eindruck hervorgerufen wird. Allerdings findet man keineswegs jene gesetzmäßige Anordnung der Fibrillenbündel wie im Stratum reticulare. Die Bündel sind am schwächsten gegen das Stratum papillare hin und nehmen gegen das Stratum reticulare an Dicke mehr und mehr zu. Ebenso nehmen die Bündel in der Richtung gegen das Stratum reticulare einen mehr gestreckten Verlauf an. Die Spalträume zwischen den Bindegewebsbündeln sind noch verhältnismäßig weit.

Das elastische Gewebe des Stratum subpapillare verhält sich ähnlich dem des Stratum papillare. Auch hier sieht man hauptsächlich ziemlich feine elastische Fasern, die in senkrecht aufsteigender Richtung, also ganz unabhängig von der Verlaufsrichtung der Bindegewebsbündel, ziehen und in das Stratum papillare eintreten; auch hier werden die elastischen Fasern gegen die Oberfläche hin schwächer, indem sie sich unter spitzem Winkel verzweigen. Dazu kommen allerdings auch Fasern, die nach verschiedenen Richtungen verlaufen und sich mit den senkrecht aufsteigenden verbinden, so daß hier schon eher der Eindruck eines weitmaschigen elastischen Netzwerkes hervorgerufen wird, als dies im Stratum papillare der Fall ist. Alle elastischen Fasern des Stratum subpapillare zeigen zum Unterschied von denen des Stratum papillare einen mehr gestreckten Verlauf.

Die Blutgefäße des Stratum subpapillare sind, wenn auch spärlicher als im Stratum papillare, doch in reichlicher Menge vorhanden und jedenfalls viel zahlreicher als im Stratum reticulare. Während das Stratum papillare hauptsächlich Kapillaren und Präkapillaren führt, kommen hier schon etwas größere Arterien und Venen vor.

Nervenendkörperchen sind in verhältnismäßig spärlicher Menge in der Nilpferdhaut vorhanden und finden sich nur in Form von kleinen Lamellenkörperchen mit einer geringen Anzahl von Lamellen. Sie kommen am häufigsten im Stratum subpapillare oder in der Übergangszone zum Stratum papillare vor. Nur in der Zehenhaut konnte ich hin und wieder ein Lamellenkörperchen an der Basis einer Papille, also noch im Stratum papillare, nachweisen; niemals fand ich ein Endkörperchen im Stratum reticulare oder Stratum profundum corii; ebensowenig im subkutanen Bindegewebe. Unter den von mir untersuchten Hautgegenden sah ich die zahlreichsten Lamellenkörperchen im Stratum subpapillare des Nüsterrandes; hier liegen sie mitunter in kleinen Gruppen bis zu vier beisammen. Auch im Bindegewebe der Schleimhautseite kommen Endkörperchen vor. Ebenfalls ziemlich häufig finden sie sich im Corium des oberen Lides, und zwar ziemlich nahe der Oberfläche. Nachdem hier die einzelnen Schichten des Coriums nicht deutlich gekennzeichnet erscheinen, so kann die Lage der Lamellenkörperchen auch nicht genauer bestimmt werden; sie fehlen aber vollständig an der Konjunktivalseite. Außerdem fand ich Endkörperchen in der Haut der Oberlippe, und zwar sowohl an der Außen-, wie an der Innenseite, und ganz vereinzelt in der Haut des Kinnpolsters und in der Zehen- und Schwanzhaut. An allen übrigen untersuchten Hautstellen scheinen Nervenendkörperchen vollständig zu fehlen.

Weber (41) erwähnt, daß er nur einmal ein Endkörperchen nach Art der Krause'schen Endkolben in der Haut des erwachsenen Nilpferdes gesehen hat. Es lag in der Spitze einer Papille.

c) Stratum reticulare corii.

Das Stratum reticulare verdient seinen Namen wegen der außerordentlich regelmäßigen netzartigen Durchflechtung seiner Faserbündel. Eine andere Frage ist es, ob diese Schicht dem beim Menschen mit dieser Bezeichnung belegten Anteil des Coriums entspricht. Jedenfalls weicht es durch seine meist straffgespannten Faserbündel und den ganz gesetzmäßigen Verlauf derselben sehr wesentlich vom Bau des menschlichen Stratum reticulare und wohl auch von dem der meisten übrigen Säugetiere ab. Gewöhnlich bildet das Stratum reticulare bei weitem die mächtigste Schicht des ganzen Coriums, kann aber an bestimmten (dünnen) Hautstellen nur schwach und zugleich auch wenig charakteristisch ausgebildet sein. Betrachtet man einen Schnitt durch die Haut, wo das Stratum reticulare typisch entwickelt ist, zum Beispiel einen Sagittalschnitt durch die Submentalgegend (Fig. 7, 25) bei schwacher Vergrößerung, so verblüfft das Stratum reticulare geradezu durch die Regelmäßigkeit der Anordnung seiner Fibrillenbündel. Wir haben es hier mit einem Gewebe in des Wortes wahrster Bedeutung zu tun, das auch von jedem Laien sicher sofort als Gewebe bezeichnet würde und ebenso regelmäßig gewoben erscheint, wie irgendein künstliches Gewebe. Es stellt somit das Stratum reticulare einen aus straffen, gesetzmäßig angeordneten Bündeln bestehenden Faserfilz vor. Die regelmäßige Anordnung der Fibrillenbündel verwischt sich allmählich sowohl gegen das Stratum subpapillare, als auch gegen das Stratum profundum hin. Bei etwas stärkerer Vergrößerung eines Sagittalschnittes, wie an dem Mikrophotogramm Fig. 25, erkennt man grobe, vollständig gestreckt verlaufende Bündel, die nahezu längsgetroffen erscheinen und sich annähernd unter rechtem Winkel überkreuzen, so daß hierdurch eine quadratische Felderung entsteht. Diese Faserbündel würden also annähernd in der Sagittalebene verlaufen und unter einem Winkel von 45° geneigt aufsteigen und zwar so, daß die einen in kaudaler, die anderen in kranialer Richtung ziehen. Jedes quadratische Feld erscheint zum größten Teil ausgefüllt von einem oder zwei nahezu quergetroffenen Faserbündeln. Die letzteren müssen also in einer annähernd frontalen Richtung ziehen. Fertigt man vom selben Hautstück einen auf den ersten senkrecht gehenden, also einen Frontalschnitt an, so erhält man ein ganz ähnliches Bild, wieder die sich annähernd rechtwinklig durchkreuzenden, nahezu längsgetroffenen Faserbündel und dazwischen die mehr quergetroffenen. Die letzteren sind nichts anderes als die Schrägschnitte der annähernd in der Sagittalebene verlaufenden Bündel, während die mehr längsgetroffenen wenigstens beiläufig in der Frontalebene verlaufen

müssen und wie die sagittalen Bündel um 45° geneigt (hier also nach rechts und links) aufsteigen. Ändert man die Schnittrichtung ein wenig, so daß sie etwas von der frontalen abweicht, so erhält man eine Gruppe genau längsgetroffener Bündel, während alle übrigen in verschiedenen Schrägschnitten erscheinen, wie dies auf Fig. 8 oder auch am Mikrophotogramm Fig. 28 zu ersehen ist. Die Bündel durchziehen in schräger Richtung vollkommen gestreckt das ganze Stratum reticulare und lösen sich erst im Stratum subpapillare, beziehungsweise im Stratum profundum auf. An einem Flachschnitt durch die Haut derselben Gegend findet man nur — allerdings auch sehr regelmäßig angeordnet — schräggetroffene Bündel.

Kombiniert man diese an den verschieden gerichteten Schnitten gewonnenen Bilder, so ergibt sich, daß wir zwei Bündelsysteme unterscheiden müssen, nämlich ein System annähernd frontal und ein System annähernd sagittal verlaufender Bündel. In jedem dieser beiden Systeme überkreuzen sich die Bündel unter nahezu rechtem Winkel. Zum leichteren Verständnis des Faserverlaufes im Stratum reticulare habe ich auf einen Paraffinblock die Faserzüge schematisch aufgetragen und in Fig. 10 abgebildet. Dabei wurde allerdings angenommen, daß die Bündel des frontalen Systems und die Bündel des sagittalen Systems genau in der Frontal-, beziehungsweise Sagittalebene verlaufen, was allerdings nicht der Fall ist, denn sowohl die frontalen wie die sagittalen Bündel sind etwas zu den betreffenden Ebenen geneigt und zwar derart, daß zum Beispiel an den frontalen Bündeln die von rechts nach links aufsteigenden gleichzeitig etwas kranial, die von links nach rechts aufsteigenden etwas kaudal geneigt erscheinen oder umgekehrt. Außerdem wurden beim Schema die Bindegewebsspalten der Übersichtlichkeit halber viel weiter dargestellt, als das der Wirklichkeit entspricht.

Jedenfalls zeigt das Stratum reticulare der Nilpferdhaut eine so regelmäßige Struktur, wie wir sie nur selten an Bindegewebsbildungen bei höheren Wirbeltieren finden. Einigermaßen erinnert hieran die von Gebhardt (16) näher beschriebene und in bezug auf ihre mechanischen Leistungen genauer analysierte Struktur des Muskelmagens der Gans. Während das Stratum reticulare der Lederhaut, soweit bekannt, bei den übrigen Säugetieren keineswegs so regelmäßig gebaut erscheint wie beim Nilpferd, zeigt nach Gegenbaur die Lederhaut der Fische einen ganz gesetzmäßigen Faserverlauf. Die Bündel schlagen hier alle eine zur Längsachse des Körpers schräge Richtung ein; sie sind zu aufeinanderfolgenden Schichten geordnet, wobei in jeder Schicht die Bündel nur nach einer Richtung verlaufen und zwar so, daß sich die der einen mit denen der nächstfolgenden Schicht überkreuzen. So folgt ein Wechsel der Anordnung durch die gesamte Dicke des Coriums. Daraus erwächst der Lederhaut ein festes Gefüge. Gebhardt findet die Lederhaut des Störes nach dem von Gegenbaur gegebenen Schema gebaut, indem die regelmäßig aufeinanderfolgenden Schichten einen unter 90° gegen einander versetzten Faserverlauf haben. Von dieser Struktur des Coriums der Fische weicht die des Stratum reticulare des Nilpferdes allerdings insoferne recht wesentlich ab, als wir in letzterem keine Zusammensetzung aus Lamellen finden, sondern sich alle Fasersysteme gesetzmäßig durchkreuzen. Während außerdem in der Lederhaut der Fische alle Bündel in einer zur Oberfläche tangentialen Richtung angeordnet sind, fehlen derartige Faserzüge im Stratum reticulare des Nilpferdes vollkommen; erst in den tiefsten Schichten des Coriums, in dem von mir als Stratum profundum bezeichneten Anteil, überwiegen bei weitem die tangential verlaufenden Bündel, worauf noch später näher eingegangen werden wird. Auch beim Schwein, das dem Nilpferd verwandtschaftlich ziemlich nahe steht, zeigen die Bündel der mittleren Schicht der Lederhaut nach Kränzle (22) ein ausgesprochen netzförmiges Gefüge, wobei aber weitaus die meisten Faserbündel parallel zur Hautoberfläche verlaufen und nur wenige schräg ansteigen, um wahrscheinlich alsbald wieder in horizontale Verlaufsrichtung überzugehen. Von Organen der Säugetiere zeigt wohl die Schwanzflosse des Delphins insoferne eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Stratum reticulare der Nilpferdhaut, als nach Roux (34) in der Delphinflosse das Wesentliche rechtwinklig sich überkreuzende Fasersysteme mannigfachen aber typisch gekrümmten Verlaufes sind. Also Erfüllung des Raumes mit bestimmt gelagerten und gebogenen Systemen mehrfach rechtwinklig zu einander orientierter Bindegewebsfasern.

Es ist klar, daß diesem gesetzmäßigen Bau des Stratum reticulare der Nilpferdhaut eine wesentliche mechanische Bedeutung zukommt und daß die Verlaufsrichtung der Bündel von Einfluß auf die Spaltbarkeitsrichtung der Haut sein muß. Entsprechend der verschiedenen Inanspruchnahme der Haut auf Zug, Druck und Abscheerung, wird sich der Verlauf der Bündel an verschiedenen Körperstellen ändern müssen, und tatsächlich sehen wir auch, daß das Stratum reticulare von dem gegebenen Schema an einzelnen Hautstellen mitunter erheblich abweicht. Diese Abweichungen beziehen sich auf die Verlaufsrichtung der Bündelsysteme, auf den verschiedenen Spannungsgrad der Bündel und auf die Mächtigkeit der Ausbildung der ganzen Schicht.

Bei nach allen Richtungen ziemlich gleich starker und zugleich beträchtlicher Spannung der Haut werden sich die Bündel gegenseitig unter rechtem Winkel überkreuzen und einen gestreckten Verlauf zeigen. Dies ist, außer in der Submentalgegend, an der Nacken-, Stirn- und Oberschenkelhaut der Fall. Ist diese Spannung nach allen Richtungen hin ziemlich gleichmäßig, aber verhältnismäßig gering, so werden die Faserbündel sich zwar auch unter rechtem Winkel kreuzen, aber nicht den straffen Verlauf zeigen wie bei starker Spannung, sondern mehr wellig erscheinen. Das sehen wir in der Haut des Rückens, wovon ich in Fig. 29 eine mikrophotographische Abbildung gebe. Überwiegt die Spannung der Haut in einer bestimmten Richtung, zum Beispiel in der sagittalen, so werden sich die in dieser Richtung verlaufenden Fasern nicht unter rechtem Winkel überkreuzen, sondern unter einem stumpfen, sich also mehr der tangentialen Richtung nähern, wie dies zum Beispiel in der Bauchhaut der Fall ist. Im Stratum reticulare des glatten Kinnpolsters überkreuzen sich die Bündel zwar unter annähernd rechtem Winkel, verlaufen aber nicht 45° zur Oberfläche geneigt, sondern die einen mehr tangential, teils frontal, teils sagittal, die anderen steigen in radiärer Richtung gegen das Stratum subpapillare auf; diese letzteren sind nichts anderes als die Sehnen der das Stratum profundum durchsetzenden Muskelbündel der mimischen Muskulatur. Hier erinnert der Bau des Stratum reticulare an das des Menschen insoferne, als namentlich an Stellen, wo die Haut fest mit der Unterlage verbunden ist, wie beispielsweise am Handteller, außer den parallel zur Oberfläche verlaufenden Bündeln, solche mit senkrecht aufsteigendem Verlauf vorkommen, wodurch eine ausgiebige Verschiebbarkeit der Haut in horizontaler Richtung verhindert wird (Rabl [32]). Durch weniger regelmäßigen, zugleich mehr gewellten Verlauf der Faserbündel und weniger dichte Verfilzung derselben zeichnet sich das Stratum reticulare an der Haut des Zehenrückens, der Sohle, des Schwanzrandes, der Oberlippe, des Nüsterrandes, des oberen Lides und der Ohrmuschel aus. Gleichzeitig zeigen alle letztgenannten Stellen ein verhältnismäßig schwach entwickeltes Stratum reticulare und auch die Gesamthautdicke ist im Vergleiche mit anderen Hautstellen eine geringe.

Es unterliegt überhaupt die Mächtigkeit der Ausbildung des Stratum reticulare viel bedeutenderen Schwankungen als die der übrigen Schichten des Coriums und die Gesamtdicke der Haut wird im wesentlichen durch die Ausbildung des Stratum reticulare bedingt. An Hautstellen mit schwach ausgebildetem Stratum reticulare zeigt dieses auch nicht den typischen Bau aus regelmäßig sich kreuzenden Bündeln, sondern ein mehr unregelmäßiges, lockeres Gefüge aus wellig verlaufenden Bündeln. Natürlich sind im letzteren Falle auch die Unterschiede zwischen Stratum subpapillare und Stratum reticulare nicht so auffallend, wie bei gut entwickeltem Stratum reticulare.

Bei regelmäßig geflochtenem Stratum reticulare erscheinen im allgemeinen die Faserbündel an der Grenze gegen das Stratum subpapillare schwächer und nehmen gegen das Stratum profundum an Stärke zu. An der Grenze gegen das Stratum subpapillare wird die Verflechtung der Bündel unregelmäßiger. Ebenso ist der Übergang in das Stratum profundum kein unvermittelter, sondern auch hier sieht man gewissermaßen eine Übergangszone, in welcher sich die Faserbündel des Stratum reticulare auflösen und ganz allmählich den mächtigen, mehr tangential verlaufenden Bündeln des Stratum profundum Platz machen (Fig. 7, 8).

Das elastische Gewebe des Stratum reticulare besteht aus ziemlich feinen elastischen Fasern, die zum größten Teil der Oberfläche der Bindegewebsbündel aufgelagert erscheinen und parallel zu

den Fibrillen verlaufen. Daneben findet man aber auch Fasern, die von den Bindegewebsbündeln vollständig unabhängig verlaufen und diese ganz unregelmäßig überkreuzen. Teilweise stehen die elastischen Fasern miteinander im Zusammenhang, so daß sie ein ziemlich unregelmäßiges Netzwerk bilden. Außer den elastischen Fasern kommen stellenweise aber sicher auch elastische Häutchen vor, welche die Bindegewebsbündel teilweise umscheiden und durch eingelagerte elastische Fasern verstärkt werden.

Blutgefäße sind im Stratum reticulare sehr spärlich vertreten. Namentlich der mittlere, regelmäßig geflochtene Anteil des Stratum reticulare zeigt nur sehr wenige Gefäße. Etwas reichlicher sind sie in den Grenzanteilen gegen das Stratum subpapillare und Stratum profundum vorhanden. Im allgemeinen handelt es sich um verhältnismäßig große Gefäße, die im Stratum reticulare sicher kein Geflecht bilden.

Über den eigentümlichen Bau der Venen im Corium der Ohrmuschel (in der Nähe des freien Randes) habe ich bereits an anderer Stelle (37) berichtet. Es handelt sich um Venen, die infolge der mächtigen Ausbildung der Tunica media arterienähnlich erscheinen, sich aber doch durch den feineren Bau von Arterien wesentlich unterscheiden und die in der Gegend der Klappen auf eine Strecke weit ganz dünnwandig werden, so daß die Wanddicke ein und desselben Gefäßes außergewöhnlichen Schwankungen unterworfen ist. Ähnliche auffallende Verhältnisse an den Venen konnte ich an keiner anderen Stelle der Nilpferdhaut nachweisen, auch nicht in der später daraufhin untersuchten Haut vor dem Ohrsockel.

d) Stratum profundum corii.

Das Stratum profundum (Fig. 7, 8, 26) besteht in der Regel aus sehr dicken Faserbündeln, die in der Übergangszone gegen das Stratum reticulare sich unregelmäßig nach allen Richtungen durchflechten, in den tieferen Schichten aber einen zur Hautoberfläche parallelen Verlauf einschlagen. Die einzelnen Bündel erscheinen hier mehr oder weniger abgeflacht, zeigen einen leicht welligen Verlauf und überkreuzen sich vielfach unter rechtem Winkel, so zwar, daß die einen Bündel annähernd in frontaler, die anderen in sagittaler Richtung ziehen; dazwischen kommen allerdings auch schräg verlaufende Bündel vor. Die Bündel sind aber nicht wie in der Fischhaut zu Lamellen geordnet. Je nach den Örtlichkeiten können die frontalen oder sagittalen Bündel überwiegen. Letzteres ist namentlich der Fall in der Nacken- und Submentalgegend. An Hautstellen, wo das Stratum reticulare nur schwach entwickelt und nicht typisch geflochten erscheint, ist auch ein Stratum profundum in der Regel nicht deutlich abzugrenzen und nur schlecht gekennzeichnet.

Im allgemeinen finden wir im Stratum profundum eine Faserrichtung vertreten, die in den übrigen Schichten des Coriums in der Regel vollkommen fehlt, nämlich die tangentiale. Erst durch das Hinzukommen der tangentialen Bündel erhält die Nilpferdhaut ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber der Inanspruchnahme nach allen Raumrichtungen hin. Wenn nach Bonnet (2) das Stratum reticulare der Haussäugetiere aus ziemlich derben Faserbündeln besteht, die sich in vorwiegend horizontaler Richtung nach Art einer Strohmatte durchflechten, so würde vielleicht die von mir beim Nilpferd als Stratum profundum benannte Schicht dem gewöhnlich als Stratum reticulare bezeichneten Anteil der Lederhaut entsprechen; trotzdem erschien es mir zweckmäßiger, die Bezeichnung Stratum reticulare für den mittleren Anteil der Nilpferdhaut zu wählen, da gerade in diesem eine so ausgesprochen regelmäßige Durchflechtung der Bündel vorkommt, wie in keiner anderen Schicht des Coriums.

Das elastische Gewebe des Stratum profundum ist im allgemeinen in reichlicherer Menge vertreten als in den übrigen Schichten der Lederhaut. Es besteht aus auffallend groben Fasern, die gewöhnlich den Bindegewebsbündeln angelagert erscheinen und somit deren Verlaufsrichtung einhalten, also hauptsächlich in tangentialer, teils sagittaler, teils frontaler Richtung angeordnet sind. Vielfach erscheinen die elastischen Fasern zu stärkeren Bündeln vereinigt.

Das Stratum profundum ist im allgemeinen gefäßarm; dennoch finden sich hier mehr Gefäße als im Stratum reticulare. Die vorkommenden Gefäße sind auffallend groß.

Die wesentlichen Befunde am Corium des Nilpferdes lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

Die Papillen sind an allen Körperstellen mächtig entwickelt, außergewöhnlich hoch und stets einfach, fingerförmig. Im allgemeinen stehen sie senkrecht zur Hautoberfläche, nur an der Zehen- und Sohlenhaut sind sie schräg geneigt.

An der Lederhaut sind nach der Anordnung der Bindegewebsbündel vier Schichten deutlich zu unterscheiden, die allerdings nicht scharf voneinander abgegrenzt erscheinen, sondern allmählich ineinander übergehen, nämlich: Stratum papillare, Stratum subpapillare, Stratum reticulare und Stratum profundum.

Das Stratum papillare umfaßt nicht nur die Papillen, sondern auch noch einen kleineren Abschnitt des darunterliegenden Gewebes. Es ist ausgezeichnet durch feine, stark wellig verlaufende Faserzüge, die hauptächlich parallel zur Papillenachse verlaufen.

Das Stratum subpapillare besteht aus schon bedeutend gröberen, wellig verlaufenden Faserbündeln, die sich nach den verschiedensten Richtungen unregelmäßig durchkreuzen.

Das Stratum reticulare unterliegt in seiner Ausbildung den größten Schwankungen. Von ihm hängt im wesentlichen die verschiedene Hautdicke an den einzelnen Körperstellen ab. Es besteht an Stellen mit beträchtlicher Hautdicke aus groben, meist geradegestreckten, sich sehr regelmäßig durchflechtenden Faserbündeln, die, schräg aufsteigend, sich unter konstantem Winkel überkreuzen. Ein aus sich überkreuzenden Faserbündeln bestehendes System liegt annähernd in der Frontalebene, ein zweites in der Sagittalebene.

Das Stratum profundum besteht vorwiegend aus sehr groben, leicht gewellten Faserbündeln, die zum größten Teil tangential, hauptsächlich frontal und sagittal ziehen.

Es sind somit im Corium nach allen Richtungen hin verlaufende Faserbündel vertreten: Senkrecht aufsteigende im Stratum papillare, schräg aufsteigende im Stratum reticulare und tangentiale im Stratum profundum. Diesen, in den verschiedenen Raumrichtungen angeordneten Zügen verdankt die Nilpferdhaut ihre außerordentliche Festigkeit.

Die elastischen Fasern zeigen im großen und ganzen einen den Bindegewebsbündeln entsprechenden Verlauf. Nur im Stratum subpapillare steigen sie, ebenso wie im Stratum papillare, senkrecht zur Hautoberfläche auf. Die gröbsten und reichlichsten elastischen Fasern enthält das Stratum profundum.

Die Blutgefäße sind reichlich im Stratum papillare und subpapillare; hingegen im Stratum profundum und namentlich im Stratum reticulare sehr spärlich vorhanden.

Nervenendkörperchen kommen nur in Form von kleinen Lamellenkörperchen an bestimmten Körperstellen vor und finden sich nahezu ausschließlich im Stratum subpapillare und nur ausnahmsweise im Stratum papillare.

V. Subcutis.

Das subkutane Binde- oder Fettgewebe ist beim neugeborenen Nilpferd im Vergleiche zur Cutis jedenfalls auffallend schwach entwickelt (Fig. 7, 8). Allerdings ist nicht an allen von mir untersuchten Hautstücken das subkutane Bindegewebe erhalten, vielfach ist es sicher an der darunterliegenden

Muskelschicht hatten geblieben. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß die Subcutis ohne scharfe Grenze in das Corium übergeht; schon in den tiefsten Schichten des Stratum profundum corii treten zerstreute Gruppen von Fettzellen auf, die noch tiefer reichlicher werden und eine mehr zusammenhängende Masse bilden, so daß in der Subcutis jedenfalls das Fettgewebe gegenüber dem Bindegewebe überwiegt. Die Fettzellen sind im allgemeinen auffallend klein. Die zwischen dem Fettgewebe verlaufenden Bindegewebsbündel sind zum Teil noch ziemlich derb, wenn auch schwächer als die Bündel des Stratum profundum corii, zum Teil aber fein und locker, von stark welligem Verlauf. Vielfach sind die Bündel auch hier, wie im Stratum profundum corii, in tangentialer Richtung angeordnet, es kommen aber daneben so zahlreiche nach ganz verschiedenen Richtungen regellos verlaufende Bindegewebsbündel vor, daß man kaum mehr von einem Vorherrschen der tangentialen Verlaufsrichtung sprechen kann. Im allgemeinen erweckt das subkutane Bindegewebe nicht mehr den Eindruck eines Faserfilzes, sondern ist eher als lockeres Bindegewebe zu bezeichnen. Außer durch die Einlagerung von Fettgewebe unterscheidet sich die Subcutis vom Stratum profundum corii hauptsächlich noch dadurch, daß in ihr die elastischen Fasern in viel geringerer Menge vorhanden sind, als in letzterem; die elastischen Fasern sind auch feiner als in der tiefen Schicht des Coriums, nicht zu Bündeln angeordnet und ziehen vielfach ganz unabhängig von den Bindegewebsbündeln. Die Blutgefäße sind reichlicher als in der tiefen Schicht des Coriums; neben sehr großen Gefäßen sind namentlich zahlreiche für die Ernährung des Fettgewebes bestimmte Kapillaren vorhanden.

Bei der verhältnismäßig nahen Verwandtschaft des Nilpferdes mit dem Schwein fällt die schwache Entwicklung des Panniculus adiposus bei ersterem auf. Allerdings bestehen auch bei den verschiedenen Schweinerassen ziemlich beträchtliche Unterschiede in der Ausbildung des Panniculus (Speck). Nach Stoss (41) ist der Speck beim Wildschwein sowie beim englischen Schwein vom Corium scharf abgegrenzt. Beim polnischen Landschwein liegt dem Panniculus adiposus eine fast 3 *mm* dicke bindegewebige Faserschicht auf. Von dieser treten senkrechte Züge in das Corium ein und begrenzen dabei mikroskopisch sichtbare Fettläppchen. Nach Flatten stellt dies eine auf das Corium übergreifende Bildung von Fettgewebe dar. Die zum Unterschiede von den kleinen kugelrunden Fettzellen des Nilpferdes polyedrisch abgeplatteten des englischen Schweines erreichen eine Größe von 0·17 *mm*; beim Wildschwein sind sie am kleinsten. Das die Fetträubchen umhüllende Bindegewebe nimmt mit der Veredlung der Schweine an Zartheit zu. Freilich ist bei diesen Unterschieden der Subcutis zwischen Nilpferd und Schwein immer im Auge zu behalten, daß es sich in unserem Falle um ein neugeborenes Tier handelt; einen mächtig entwickelten, gegen das Corium scharf abgegrenzten Panniculus adiposus dürfte aber auch das erwachsene Nilpferd nicht besitzen.

VI. Pigment.

Nach Toldt war die Färbung des in Rede stehenden neugeborenen Nilpferdes im trockenen Zustand an der Körperoberseite dunkelgrau — besonders dunkel dorsal am Kopf — und zeigte nur an den bekannten Stellen, wie an den seitlichen Teilen des Gesichtes, an der Körperunterseite, beziehungsweise an der Innenseite der proximalen Extremitätenabschnitte, einen lichteren, zart rosafarbenen Ton. Die Schleimhaut der Mundöffnung und der Nabelstrang kontrastierten von der Umgebung durch ihre weißliche Färbung.

Bezüglich der feineren Verteilung des Pigments in der Nilpferdhaut erwähnt M. Weber das Vorkommen von echten Chromatophoren, die zwar spärlich, aber deutlich in der Epidermis, und zwar im Stratum mucosum liegen: »Zunächst liegen sie an der Grenze desselben gegen das Corpus papillare, vielfach so, daß der eigentliche Zelleib genau an der Grenze oder noch im Corium selbst sich befindet, während die Ausläufer zwischen die Rete-Zellen sich begeben. Andere Chromatophoren

aber liegen tief im Stratum mucosum. Es sind stets mit sehr langen Ausläufern versehene Zellen, gefüllt mit schwarzen Pigmentkörnern, die eben, da sie auch die feinsten Ausläufer ganz erfüllen, gerade diese sehr deutlich machen. Nur der Kern scheint stets sehr hell durch«. Die ganze Spannweite der Ausläufer beträgt nach Weber 90 μ und mehr. »Besonders zahlreich waren sie am Boden der Haarfollikel; sie finden sich hier auch in den Bindegewebspapillen des Haares. Daneben enthalten die Zellen der tiefen Lage des Rete mucosum staubförmiges, dunkelbraunes Pigment, so daß an einzelnen Stellen des Körpers, zum Beispiel am Kopf, die ganze Lage der Epidermis nach dem Corium zu dunkelbraun gefärbt ist. Besonders stark ist diese Pigmentierung an der Rückenhaut des eben geborenen Tieres. Hier ist nicht nur die ganze Schleimlage, sondern auch die oberste Lage der Epidermis braun pigmentiert. Hin und wieder zeigen auch noch die bereits verhornten Zellen des Stratum corneum des erwachsenen Tieres eine äußerst feine, staubförmige Pigmentierung«.

Entsprechend der Beobachtung M. Weber's konnte auch ich neben einer staubförmigen Pigmentierung der Epidermiszellen selbst Chromatophoren nachweisen, die mit ihren Ausläufern tief zwischen die Epidermiszellen eindringen. Adachi (1), der sich in der letzten Zeit wohl am eingehendsten mit der feineren Verteilung des Pigmentes beschäftigte und auf dessen Arbeit noch wiederholt zurückgekommen werden muß, unterscheidet beim Affen und Menschen außer dem eigentlichen Epidermispigment und den Chromatophoren große und kleine Pigmentzellen des Coriums, von denen die ersteren in den tieferen, die letzteren in den oberflächlichen Schichten der Lederhaut vorkommen und die mit den Chromatophoren durchaus nichts zu tun haben. Wenn auch außer dem Pigment der Epidermiszellen (wozu auch das Pigment der Haare und Drüsenausführungsgänge gerechnet werden kann), und dem der Chromatophoren beim neugeborenen Nilpferd auch an anderen Stellen gelegentlich Pigment gefunden wurde, so spielt dies doch gegenüber den beiden erstgenannten Fundstellen nur eine nebensächliche Rolle und übt sicher nicht den geringsten Einfluß auf die makroskopisch sichtbare Färbung des Nilpferdes aus.

a) Epidermispigment.

Unter Epidermispigment verstehe ich jenes feine, im allgemeinen nahezu staubförmige Pigment, das nicht in Zellen eigener Art gelegen ist, sondern die gewöhnlichen Epidermiszellen in höherem oder geringerem Grad erfüllt, und nicht mit dem Pigment der Chromatophoren zu verwechseln ist.

Epidermispigment kann in der Nilpferdhaut an bestimmten Stellen gleichzeitig neben Chromatophoren vorhanden sein, während an anderen Stellen nur Epidermispigment und keine Chromatophoren, oder auch umgekehrt, Chromatophoren aber kein Pigment in den Epidermiszellen sich findet.

Wie schon aus den makroskopischen Befunden zu erwarten war, zeigt die Haut verschiedener Körperstellen einen sehr verschiedenen Grad von Epidermispigmentierung. Das Pigment kann sich über alle Schichten der Epidermis erstrecken oder nur in den tieferen Lagen vorhanden sein, in den oberflächlichen aber vollkommen fehlen. Am schwächsten pigmentiert erscheint ausnahmslos das Stratum granulosum, am zweitschwächsten das Stratum lucidum; am stärksten pigmentiert ist stets das Stratum cylindricum. Im Stratum spinosum nimmt die Pigmentierung von den tieferen zu den oberflächlichen Schichten schrittweise ab. Von den untersuchten Hautstücken finde ich entsprechend der makroskopisch sichtbaren Pigmentierung am stärksten pigmentiert die Stirn-, Nacken- und Rückenhaut und den unteren Nüsterrand. Hier findet sich das Pigment in allen Schichten der Epidermis. Die Außenseite des Oberschenkels, der Ohrmuschelrand, Schwanzrand, die Außenseite der Oberlippe und in geringerem Grad deren Innenseite, die Außenseite und das Konjunktivalepithel des oberen Lides, die Sohlenhaut, die dorsale Zehenhaut und der glatte Kinnpolster zeigen mäßig reichliches Epidermispigment. Bei mittelstarker Pigmentierung erscheint das Pigment hauptsächlich, und zwar in reichlichen Mengen, im Stratum cylindricum, teilweise noch im Stratum spinosum, fehlt aber im Stratum granulosum und lucidum, so daß schon bei der makroskopischen Betrachtung der ungefärbten Schnitte die

ungleiche Verteilung des Pigments auffällt, indem man in den tiefsten Epidermisschichten einen dunkelbraunen Saum bemerkt, während die oberflächlichen Schichten vollkommen farblos erscheinen. Bei mäßig starker Pigmentierung zeigt sich auch insofern eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der Verteilung des Pigments als hauptsächlich die tiefen Epidermislagen zwischen den Papillen stets pigmentiert erscheinen, während die Epidermisschichten, die die Papillenkuppen unmittelbar umgeben, pigmentfrei sind. Dementsprechend fand auch Adachi beim Affen und Menschen in den Vertiefungen zwischen den Papillen eine stärkere Pigmentierung, besonders auffallend an Stellen, wo hohe Papillen vorhanden sind.

In der Epidermis der Submentalgegend fand ich nur Spuren von Pigment in einzelnen Zellen des Stratum cylindricum, alle übrigen Schichten sind vollkommen pigmentfrei. In der Bauchhaut konnte ich überhaupt kein Epidermispigment nachweisen, sondern nur ganz vereinzelte Chromatophoren.

Die Farbe der Pigmentkörnchen in der Epidermis ist olivbraun und erscheint umso dunkler, je gröber die Körner sind. Die Körnchen sind nicht alle von gleicher Größe, im allgemeinen aber sehr fein, namentlich gilt dies vom Pigment in den oberflächlichen Epidermislagen, besonders im Stratum lucidum. Die gröbsten Körnchen findet man meist im Stratum cylindricum. Auch in ein und derselben Zelle können verschieden grobe Körnchen vorkommen. Das Epidermispigment konnte ich nur innerhalb der Epidermiszellen selbst mit Sicherheit nachweisen; ob freies Pigment in den Interzellularräumen vorkommt, scheint mir fraglich, ich will aber die Möglichkeit nicht vollkommen ausschließen. Mit Sicherheit aber glaube ich behaupten zu können, daß das Pigment im Stratum lucidum, Stratum granulosum und auch in den oberflächlichen Schichten des Stratum spinosum nur innerhalb der Zellen liegt. In den Interzellularräumen des Stratum cylindricum und den tiefen Schichten des Stratum spinosum sieht man gelegentlich allerdings Pigmentkörnchen, aber nur an jenen Hautstellen, wo auch Chromatophoren gefunden werden und es scheint mir sehr wahrscheinlich, daß alle interzellulären Pigmentkörnchen ausschließlich in Ausläufern von Chromatophoren gelegen sind.

Meine Befunde stimmen insofern mit denen Adachi's an der Menschen- und Affenhaut überein, als die am tiefsten liegenden Zellen der Epidermis am stärksten pigmentiert erscheinen und die anfangs pigmentreicheren Zellen durch ihre Höhenwanderung pigmentärmer oder -frei werden. Auffallend ist nur der Umstand, daß nach meinen Befunden das Stratum granulosum stets am wenigsten Pigment enthält, noch weniger als das Stratum lucidum. Adachi findet sowohl intrazelluläres wie interzelluläres Epidermispigment. Die interzellulären Körnchen werden nach oben zu aber immer weniger und fehlen stets in der Hornschicht, selbst da, wo das intrazelluläre Pigment reichlich vorhanden ist; allerdings bemerkt Adachi, daß er von einer Unterscheidung zwischen Chromatophoren und freien Körnchen in den Interzellularräumen absieht, so daß auch diesbezüglich meine Befunde in gewisser Übereinstimmung mit denen Adachi's beim Affen und Menschen stehen; nur ist die Deutung eine etwas andere, indem nach meiner Ansicht die interzellulären Körnchen in Ausläufern von Chromatophoren liegen, die niemals bis in die oberflächlichen Schichten des Stratum spinosum hineinreichen.

Die Lagerung des Pigments in den einzelnen Epidermiszellen ist insofern eine gesetzmäßige, als in den meisten Schichten die Pigmentkörnchen in der der Oberfläche zugewendeten Zellhälfte angehäuft erscheinen. Ist wenig Pigment vorhanden, so finden sich die Körnchen fast stets in der nächsten Umgebung des Kerns, und zwar — mit Ausnahme des Stratum cylindricum — in der distalen Zellhälfte. Bei reichlicher Pigmentierung können die Körnchen die ganze obere Zellhälfte erfüllen, lassen aber die untere Hälfte frei. Diese gesetzmäßige Lagerung des Pigments, die schon seit langem unter der Bezeichnung der »distalen Kappe« oder »Haube« bekannt ist, findet sich regelmäßig im ganzen Stratum spinosum, und auch im Stratum granulosum liegen die Pigmentkörnchen in den wenigen Fällen, wo überhaupt solche gefunden werden — stets an der der Oberfläche zugewendeten Seite des Kernes (Fig. 11). Nur das Stratum cylindricum nimmt bezüglich der Pigmentverteilung eine Sonderstellung ein. Hier sieht man zwar auch die größte Menge des Pigments in der nächsten Umgebung des Kernes, keineswegs aber in Form der distalen Kappe angeordnet, sondern

entweder mehr unregelmäßig rings um den Kern gelagert, viel häufiger aber im basalen Anteil der Zellen angehäuft, so daß es hier für gewöhnlich dem Kern in Gestalt einer proximalen Kappe aufliegt. Während nach den meisten Autoren beim Menschen auch das Pigment des Stratum cylindricum eine distale Kappe bildet und dies nach Adachi auch bei den Affen der Fall ist, erwähnt Jarisch (21), daß die Conjunctiva des Ochsen in der Regel in den basalen Zellen das Pigment am proximalen und nicht am distalen Pol trägt, so wie ich es im allgemeinen im Stratum cylindricum der Nilpferdepidermis fand.

Nach Rabl (29) und Post beruht vielleicht die Anhäufung der Körner an der der Oberfläche zugewendeten Seite der Epidermiszellen auf einer aktiven Pigmentbewegung, so daß die Körnchen an beliebigen Orten innerhalb der Epidermiszellen entstehen, dann aber gegen die der Oberfläche zugekehrte Seite der Zelle hinwandern. Rabl ist der Ansicht, daß vielleicht durch die Einwirkung des Lichtes diese Pigmentwanderung erfolgt, so daß man das Pigment als phototropisch bezeichnen müßte. Für diese Annahme würden nach meiner Ansicht die Befunde von Jarisch insofern sprechen, als das Konjunktivalepithel nicht der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt ist, daher auch die Pigmentkörnchen sich nicht in den distalen Zellhälften ansammeln. Auch bei der Nilpferdhaut läßt sich daran denken, daß infolge der außergewöhnlichen Dicke der Epidermis die Lichtwirkung nicht mit genügender Intensität bis zum Stratum cylindricum vordringt und infolgedessen die Umlagerung des Pigments an den distalen Kernpol ausbleibt. Da es sich aber in unserem Fall um ein neugeborenes Tier handelt, das dem Licht höchstens sehr kurze Zeit ausgesetzt gewesen sein konnte, so müßte wohl angenommen werden, daß sich die gesetzmäßige Lagerung des Pigments unter dem Einfluß des Lichtes bei den Vorfahren ausgebildet hat, dann aber vererbt.

Das Pigment in der äußeren Wurzelscheide der Haare unterscheidet sich von dem Pigment in den Zellen der Epidermis nicht sehr wesentlich. Auch hier ist es wieder das Stratum cylindricum, das am stärksten pigmentiert erscheint; bei mäßig starker Pigmentierung liegen auch hier die Körnchen hauptsächlich im basalen Teil der Zellen. In den übrigen Schichten läßt sich keinerlei Gesetzmäßigkeit bezüglich der Lage des Pigments nachweisen, höchstens daß die Körnchen mit Vorliebe in der Nähe des Kernes liegen. Auch dieser Befund der regellosen Lagerung der Pigmentkörner in den Zellen der äußeren Wurzelscheide würde bei der Annahme eines Phototropismus des Pigments erklärlich sein, da ja hier die Pigmentkörnchen nicht mehr der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt sind. An allen Haaren nimmt die Pigmentierung der Wurzelscheiden gegen den Bulbus hin ab. Der Bulbus selbst aber erscheint stets stark pigmentiert. Zugleich mit dem Abnehmen der Menge der Pigmentkörnchen in den Zellen der äußeren Wurzelscheide nehmen die Körnchen an Größe zu und können als ziemlich große Kugeln oder auch Klumpen erscheinen, liegen aber dann gewöhnlich nur in ganz geringer Zahl (oft nur eins oder zwei) in einer Zelle. Auch in der inneren Wurzelscheide finden sich vereinzelte, ziemlich grobe Pigmentkörner. Neben dem Epidermispigment kommen, wie dies auch Weber bemerkte, an der äußeren Wurzelscheide auch Chromatophoren vor. Bezüglich der Pigmentierung der Haare verweise ich auf die Beschreibung von Toldt (l. c. p. 29).

Schließlich erscheinen auch die Ausführungsgänge der an den meisten Hautstellen vorkommenden eigenartigen Drüsen, die von Weber als modifizierte Schweißdrüsen gedeutet wurden, in ihrem Mündungsteil ausnahmslos stark pigmentiert. Schon bei der makroskopischen Untersuchung fiel Toldt die dunkle Färbung der Drüsenmündungen auf; sie sind nach Toldt mit freiem Auge als schwarze Pünktchen erkennbar. Die Pigmentierung der Drüsenausführungsgänge ist am intensivsten an der Mündungsstelle, setzt sich aber, allmählich schwächer werdend, noch ziemlich weit gegen den Drüsenkörper hin fort, gewöhnlich so weit, als das geschichtete Epithel des Ausführungsganges reicht. In einer Drüse am unteren Nüsterrand fand ich auch noch in den Zellen der Drüsenendstücke vereinzelte Pigmentkörner. Auch im geschichteten Epithel der Drüsenausführungsgänge sind, wenn auch nicht stets, so doch meistens, die basalen Zellen am stärksten pigmentiert; aber auch die gegen die Lichtung gelegenen Zellen können noch sehr reichliches Pigment enthalten. Die Pigmentkörnchen sind

hier im allgemeinen gröber als in den Zellen der Epidermis und sehr ungleich geformt, manchmal mehr klumpig, dann wieder kugelrund. Körnchen scheinen auch zwischen den Zellen vorzukommen, ohne daß mit Bestimmtheit Chromatophoren nachgewiesen werden konnten. Auch hier lassen die Pigmentkörner ebensowenig wie in der äußeren Wurzelscheide der Haare eine bestimmte Gruppierung erkennen.

b) Chromatophoren.

Bezüglich des Wesens der Chromatophoren gehen die Ansichten der Autoren sehr beträchtlich auseinander und es würde viel zu weit führen, wollte ich auf alle verschiedenen Meinungen im einzelnen eingehen. Die eine Gruppe von Autoren hält die Chromatophoren für Zellen, die andere für Nichtzellen. Von den Vertretern der ersten Gruppe werden die Chromatophoren sehr verschieden gedeutet; als pigmentierte Bindegewebszellen, pigmentierte Langerhans'sche Zellen, veränderte Epithelzellen, ausgewanderte pigmentierte Leukozyten, Zellen des mittleren Keimblattes besonderer Art. Die Anhänger von der Nichtzellnatur der Chromatophoren sehen entweder in diesen verzweigte Figuren, die ausschließlich von interzellulären, aneinandergereihten Pigmentkörnchen gebildet werden; nach anderen würde in jeden Chromatophoren eine pigmentierte Epidermiszelle einbezogen sein, die »Ausläufer« gehören aber nicht zur Zelle, sondern werden durch die Aneinanderreihung interzellulärer Pigmentkörnchen nur vorgetäuscht.

Es wäre sehr gut denkbar, daß — wie es ja häufig bei derartigen Streitfragen der Fall ist — beide Ansichten, sowohl die der Zellnatur wie die der Nichtzellnatur der Chromatophoren im einzelnen Fall zutreffend sind. Jedenfalls können durch die Aneinanderreihung reichlich vorhandener interzellulärer Pigmentkörner ganz ähnliche Bilder entstehen, wie sie reich pigmentierte und stark verzweigte Zellen, deren Ausläufer in die Interzellularräume eindringen, darbieten. Bezüglich der Haut des neugeborenen Nilpferdes scheint es mir sicher, daß Chromatophoren vorkommen, deren Zellnatur wohl kaum angezweifelt werden kann. Daß daneben aber auch Pigmentkörnchenreihen in den Interzellularspalten der tieferen Epidermisschichten vorkommen, die nicht in Zellausläufern gelegen sind, wage ich nicht vollkommen in Abrede zu stellen, da es naturgemäß in einem Schnitt unmöglich ist, in jedem einzelnen Fall nachzuweisen, ob eine Körnchenreihe mit einer Zelle im Zusammenhang steht oder nicht.

Zunächst verweise ich auf Fig. 12 und 13, in denen drei Chromatophoren aus der Sohlenhaut, wo sich dieselben in besonders schöner Ausbildung finden, wiedergegeben sind. Daß es sich hier um verzweigte Zellen handelt, kann wohl kaum bezweifelt werden. Der Zelleib selbst liegt in einer Höhle und, wie es scheint, stets an der Grenze zwischen Corium und Epidermis, so daß er sich gegen die tiefste Epidermisschicht vorwölbt. In den Fällen, wie in Fig. 13, wo der Zellkörper des Chromatophoren ausschließlich zwischen Epidermiszellen gelegen zu sein scheint, dürfte es sich ausnahmslos um Flachschnitte handeln. Diese Lage der Chromatophoren in der basalen Epidermisschicht hat auch Adachi regelmäßig gefunden. Im Zelleib erkennt man stets den Kern, der in der Regel kleiner und chromatinreicher ist als der Kern der Epidermiszellen. Die Gestalt des Zelleibes kann sehr verschieden sein. Am häufigsten findet man spindelförmige, daneben aber auch multipolare, mehr sternförmige Zellen. Die Pole der Zelle setzen sich in Ausläufer fort, die an ihrem Abgang deutlich als solche kenntlich sind. Namentlich ist dies dann der Fall, wenn die Zelle von einem etwas weiteren Hohlraum umgeben ist. So weit ein Ausläufer diesen Hohlraum durchsetzt, kann man tatsächlich nachweisen, daß es sich nicht nur um aneinander gelagerte Pigmentkörnchen handelt, sondern daß diese in einem Zellfortsatz gelegen sind. Tritt der Fortsatz in einen Interzellularraum ein, so läßt sich derselbe als solcher allerdings nicht mehr erkennen; man kann seinen Verlauf nur mehr aus den Pigmentkörnchenreihen erschließen. Für die Annahme, daß aber hier die Pigmentkörnchen frei in den Spalträumen zwischen den Epidermiszellen gelegen sind, finde ich keinen Anhaltspunkt und es wäre jedenfalls merkwürdig, wenn der Chromatophorenfortsatz gerade beim

Eintritt in einen Interzellularraum plötzlich abbrechen würde. Mir scheint es viel wahrscheinlicher, daß alle Pigmentkörnerreihen, die zu einem Chromatophorenleib in Beziehung stehen, in Ausläufern des letzteren gelegen sind; natürlich ist es ganz gut denkbar, daß am Ende eines Fortsatzes noch Pigmentkörnchen frei in einen Spaltraum zwischen die Epidermiszellen oder auch in Epidermiszellen hinein gelangen können. Trotzdem müßten aber die Chromatophoren als mit Ausläufern versehene Zellen aufgefaßt werden. Fast ausnahmslos senden die Chromatophoren ihre Ausläufer zwischen die Epidermiszellen hinein, und nur selten sieht man einige kurze Ausläufer auch in das Corium eintreten. Dieselbe Beobachtung machte auch Adachi, der, nebenbei bemerkt, die Chromatophoren nicht für Zellen, sondern für interzelluläre Pigmentfiguren hält, indem er erwähnt, daß die Chromatophoren an der dem Corium zugewendeten Fläche glatt oder höchstens mit ganz kleinen Zacken versehen sind.

Von pigmentierten Epithelzellen unterscheiden sich die Chromatophoren nicht nur durch ihre verzweigte Gestalt und den gewöhnlich kleineren, chromatinreicheren Kern, sondern auch wesentlich dadurch, daß der Zelleib eines Chromatophoren niemals durch Protoplasmafasern mit den benachbarten Epidermiszellen in Verbindung steht. Wollte man annehmen, daß die Chromatophoren nichts anderes als modifizierte Zellen des Stratum cylindricum sind, so wäre wohl zu erwarten, daß man an ihrer Oberfläche wenigstens Reste der ehemaligen Verbindungen mit den Nachbarzellen nachweisen könnte, was aber niemals der Fall ist; stets erscheint ihre Oberfläche, abgesehen von den Ausläufern, vollkommen glatt.

Die Ausläufer der Chromatophoren können sehr beträchtliche Länge erreichen und reich verzweigt sein (Fig. 12, 13), infolgedessen ist es auch nicht möglich, in einem Schnitt alle Ausläufer einer Zelle zu überblicken. Allerdings kommen auch Chromatophoren vor, die nur verhältnismäßig kurze und plumpe Ausläufer besitzen. Die aus den sekundären Verzweigungen hervorgehenden Fortsätze sind im allgemeinen feiner als die unmittelbar aus dem Zelleib entspringenden Hauptfortsätze, was wiederum gegen die Auffassung spricht, daß die Ausläufer nur durch die Aneinanderreihung interzellulärer Pigmentkörnchen vorgetäuscht werden. Adachi bemerkt, daß die zahlreichen Ramifikationen der Chromatophoren meist mehr oder weniger unter sich oder mit denen von Nachbarn anastomosieren. Bilder die auf Verbindungen der Ausläufer benachbarter Chromatophoren hindeuten, konnte ich wiederholt nachweisen, auch in Fig. 12 ist eine derartige Stelle abgebildet. Die Ausläufer liegen in den Interzellularräumen; allerdings ist dies an dickeren Schnitten, die notwendig sind, um einen Überblick über die Verzweigungen der Chromatophoren zu erhalten, oft im einzelnen schwer nachzuweisen. In den Interzellularräumen, welche von Ausläufern durchzogen sind, kann man neben diesen stellenweise auch die Protoplasmafasern erkennen. Mitunter hat es den Anschein, als ob ein Ausläufer in das Innere einer Epidermiszelle eindringen würde; es wäre denkbar, daß solche Bilder durch die Abgabe von Pigmentkörnchen eines Ausläufers an die Zellen hervorgerufen werden.

Das Pigment der Chromatophoren unterscheidet sich bezüglich der Farbe nicht wesentlich von dem Epidermispigment; je größer die einzelnen Körnchen sind, um so dunkler erscheinen sie. Der Zelleib selbst enthält gewöhnlich sehr feine Pigmentkörnchen, die namentlich in der Umgebung des Kernes die Feinheit der Pigmentkörnchen in den Epidermiszellen erreichen. In den peripheren Anteilen des Chromatophorenleibes sind die Pigmentkörnchen gewöhnlich schon bedeutend gröber und meist noch gröber in den Ausläufern. Hier findet man vielfach kantige und eckige Formen, die häufig eine etwas lichtere Mitte zeigen, daneben kommen aber auch kugelige Körner vor. Nicht nur die Form sondern auch die Größe der Körner ist in den Ausläufern eine recht verschiedene, neben recht großen liegen wieder auffallend kleine Körner; namentlich findet man letztere in den feineren Verzweigungen.

Über das Wesen der Chromatophoren bestimmte Angaben zu machen, ist aus meinem Material natürlich nicht möglich. Zur Lösung dieser Frage ist, wie auch Rabl bemerkt, einzig und allein der embryologische Weg geeignet. Nur das Eine möchte ich nicht bezweifeln, daß es sich beim Nilpferd um verzweigte Zellen handelt. Aus den schon angedeuteten Gründen scheint es mir nicht wahrscheinlich, daß die Chromatophoren umgewandelte Epithelzellen sind. Gegen die Leukozytennatur

spricht, wie auch Adachi und Weidenreich (49) erwähnt, die reich verzweigte Form, da die Leukozyten im gewöhnlich fixiertem Material meist mehr oder weniger kugelig, und nicht mit Ausläufern versehen, erscheinen. Auch die in den Interzellularräumen der Epidermis zu beobachtenden Leukozyten zeigen niemals auch nur annähernd so komplizierte Formen, wie die Chromatophoren. Ferner findet man gerade beim Flußpferd an anderen Stellen des Coriums nur recht selten pigmentierte Zellen, die vielleicht für ausgewanderte Leukozyten gehalten werden könnten und es wäre doch recht auffallend, daß die pigmentierten Leukozyten gerade an der Grenze zwischen Corium und Epidermis liegen bleiben und nicht auch in die oberflächlicheren Schichten der Epidermis einwandern, nachdem bekanntlich unpigmentierte Leukozyten in allen Schichten des Stratum spinosum gefunden werden können. Das nur vereinzelte Vorkommen von meist ganz anders aussehenden pigmentierten Zellen an anderen Stellen des Coriums macht es schwer annehmbar, daß die Chromatophoren pigmentierte Bindegewebszellen sind. Nach allem scheint es mir wahrscheinlich, daß die Chromatophoren Zellen besonderer Art, wahrscheinlich mesodermaler Herkunft, vorstellen, eine Auffassung, die neben Anderen in letzter Zeit auch Weidenreich (49) bezüglich der Chromatophoren im allgemeinen vertritt.

Hinsichtlich der Verbreitung der Chromatophoren beim Nilpferd ist zu bemerken, daß dieselben sowohl an stark als auch an schwach pigmentierten Hautstellen gefunden werden. An der stark pigmentierten Stirn-, Nacken- und Rückenhaut und am unteren Nüsterrand kommen zwar Chromatophoren vor, sind aber nicht überall schön ausgebildet; an der Nackenhaut konnte ich sie nicht mit voller Sicherheit nachweisen. An mäßig stark pigmentierten Stellen können Chromatophoren vorhanden sein oder auch fehlen; dort, wo sie vorkommen, sind sie gewöhnlich sehr deutlich sichtbar und mit langen Ausläufern versehen, so in der Sohlenhaut, in der dorsalen Zehenhaut und der Haut des Kinnpolsters; hingegen scheinen Chromatophoren vollkommen zu fehlen in der Haut des Oberschenkels, am Ohrmuschelrand, Schwanzrand, in der Oberlippe und im oberen Lid. In der Bauchhaut, die sich durch den geringsten Pigmentgehalt auszeichnet, findet sich dieses ausschließlich in ganz vereinzelt liegenden Chromatophoren. Auch Adachi findet die Chromatophoren an bestimmten Körperteilen deutlicher als an anderen; so sind dieselben deutlich und groß in den Schleimhäuten, Geschlechtsteilen, Vola, Planta und Gesäßschwielen. Da nach der Ansicht Adachi's die Chromatophoren Figuren von Pigmentkörnchen in den Saftlücken sind, ist es nach ihm sehr leicht möglich, daß der größere Saftreichtum des jungen Gewebes geräumigere Ansammlung des Pigmentes für die Chromatophorenbildung zuläßt. Jedenfalls kann gesagt werden, daß die Ausbildung der Chromatophoren in keinerlei Beziehung zum Grad der eigentlichen Epidermispigmentierung steht, daß die schönsten und reichlichsten Chromatophoren gerade an mäßig pigmentierten Hautstellen vorkommen, und daß Chromatophoren vorhanden sein können, während Epidermispigment vollständig fehlt. Ebensowenig besteht eine Beziehung der Ausbildung der Chromatophoren zur Epidermisdicke. Daß Chromatophoren auch an der äußeren Haarwurzelscheide, und zwar wieder an der äußeren Grenze derselben vorkommen, wurde bereits früher erwähnt. Sie sind aber hier nach meinen Befunden keineswegs so häufig wie an der Epidermisgrenze und im Allgemeinen auch mit kürzeren Ausläufern versehen. Außerdem fand ich in einem Fall nicht sehr deutliche Chromatophoren an einem Drüsenausführungsgang.

c) Pigment im Corium und in den Blutgefäßen.

Abgesehen von den im vorigen Abschnitt eingehender behandelten Chromatophoren an der Grenze zwischen Corium und Epidermis, die vielleicht noch dem Corium zugerechnet werden könnten, ist letzteres im allgemeinen außerordentlich arm an Pigment. Nur ganz vereinzelt fand ich mehr klumpige, kleinere Ansammlungen von Pigmentkörnchen in den oberflächlichen Schichten des Coriums der Sohlenhaut, die wohl nur zum Teil innerhalb von Zellen gelegen sind. Handelt es sich um pigmentierte Zellen, so sind diese im allgemeinen klein, unregelmäßig gestaltet, aber nie mit langen

Ausläufern versehen, wie die Chromatophoren. Etwas reichlicher fand ich ähnliche pigmentierte Zellen im Corium des Nüsterrandes; hier liegen sie hauptsächlich in der Umgebung der Blutgefäße und zwischen den in das Corium einstrahlenden Muskelfasern, außerdem kommen hier freie Pigmentkörnchen im Corium und auch in den Muskelfasern vor. Die pigmentierten Zellen dürften den kleinen Pigmentzellen Adachi's entsprechen. Außer den erwähnten Stellen fand ich nirgends im Corium des Nilpferdes pigmentierte Zellen, ein Umstand, der, wie erwähnt, ganz abgesehen von dem verschiedenen Aussehen, gegen die Annahme spricht, daß die Chromatophoren und die im Corium vorkommenden Pigmentzellen identisch sind.

In der Haut des Nüsterrandes, die sich durch einen verhältnismäßig großen Reichtum von Coriumpigment in der Umgebung der Blutgefäße auszeichnet, kommt auch eine ziemlich ausgiebige Pigmentierung der Endothelzellen der Blutgefäße vor, außerdem erscheinen die in den Gefäßen befindlichen Leukozyten vielfach pigmentiert und auch im Blut zwischen den roten Blutköperchen liegen freie Pigmentkörnchen. Sehr stark pigmentierte polymorphkernige Leukozyten fand ich auch im Blut der Sinushaare an der Oberlippe. Hier erscheinen sämtliche vorhandenen Leukozyten mit Pigmentkörnchen vollgepfropft. Daß zwischen dem Vorkommen von freiem Pigment im Blut, Pigment in den Leukozyten, in den Endothelzellen und vielleicht auch in unmittelbarer Umgebung der Blutgefäße ein gewisser Zusammenhang besteht, scheint ziemlich sicher zu sein. Es könnte das freie im Blut vorhandene Pigment einerseits von den Leukozyten, anderseits von den Endothelzellen aufgenommen und von letzteren wieder an Zellen in der Umgebung der Blutgefäße abgegeben werden. Es wäre aber ebensogut der umgekehrte Weg denkbar, nämlich, daß das Pigment aus der Umgebung der Blutgefäße in die Endothelzellen gelangt, von diesen an das Blut abgegeben und dann erst von Leukozyten aufgenommen wird. Auf das häufige Vorkommen von Pigmentzellen in den Blutgefäßscheiden wurde von verschiedenen Forschern aufmerksam gemacht (Weidenreich [49], perivaskuläre Pigmentschicht) und namentlich Ehrmann führt diesen Befund zugunsten seiner Theorie über die Herkunft des Melanoblastenpigments aus dem Blutfarbstoff an. Ehrmann schließt, daß die Zellen deshalb pigmenthaltig sind, weil sie in nächster Nähe der Blutgefäße liegen. Nach Rabl (29) muß vielleicht umgekehrt geschlossen werden, daß die Zellen in nächster Nähe der Blutgefäße liegen, weil sie pigmenthaltig sind.

Das Vorkommen von pigmentierten Leukozyten im Blut wurde, so viel ich sehe, nicht häufig beobachtet. Rabl (29) erwähnt es in den Blutgefäßen der Milz bei Salamanderlarven. Auch Weidenreich (49) bemerkt, daß bei manchen Amphibienarten leukozytäre Elemente im Blut vorkommen, die Pigmentkörnchen enthalten: »Freidsohn hat dieselben beschrieben und abgebildet; allein es unterliegt keinem Zweifel, daß es sich hier um lymphozytäre Formen handelt, die auf dem Wege der Phagozytose ihre Pigmenteinlagerung erhalten, sei es nun, daß sie rote Blutkörperchen aufnehmen oder daß sie zerfallende Chromatophoren oder die Trümmer von solchen phagozytieren.« Bezüglich des Vorkommens von Pigmentkörnchen in Endothelzellen sei auf die Arbeit von Brass (5) verwiesen, der physiologische Pigmentablagerung in den Kapillarendothelien des Knochenmarks beim Kaninchen nachweisen konnte und auch näher auf die diesbezügliche Literatur eingeht.

Das Vorkommen von freien Pigmentkörnchen im Blut, von pigmentierten Leukozyten, weiterhin von pigmentierten Endothelzellen und pigmentierten Zellen in der unmittelbaren Umgebung der Blutgefäße scheint auf den ersten Blick für die hämatogene Pigmentbildung und somit für die Einschleppungstheorie des Pigmentes zu sprechen. Man könnte sich vorstellen, daß das im Blut vorhandene Pigment von zerfallenen roten Blutkörperchen stammt, hier teils von Leukozyten, teils von Endothelzellen aufgenommen wird, daß die pigmentierten Leukozyten aus der Blutbahn auswandern, schließlich an der Corium-Epidermisgrenze liegen bleiben und hier die Gestalt von Chromatophoren annehmen. Von den pigmentierten Ausläufern der letzteren würde das Pigment in die Interzellularräume und in die Epidermiszellen der tieferen Lagen hinein gelangen. Indem die pigmentierten Epidermiszellen allmählich an die Oberfläche rücken, könnte schließlich die ganze Epidermis in allen ihren Schichten pigmentiert

erscheinen. So einleuchtend vielleicht dieser Weg der Epidermispigmentierung scheinen mag, so sprechen doch die Ergebnisse zahlreicher Untersuchungen (u. A. Schwalbe [38], Post [28], Adachi [1]) gegen die Einschleppungstheorie und für eine autogene Pigmentbildung. Auch schon bei der Betrachtung des mir vorliegenden Materials lassen sich gegen die Einschleppungstheorie schwerwiegende Bedenken geltend machen. Zunächst ist es auffallend, daß nur an bestimmten Körperstellen ganz vereinzelt pigmentierte Zellen im Corium gefunden werden, während doch — falls die Einschleppungstheorie zu Recht bestünde — zu erwarten wäre, und zwar namentlich in Fällen starker Epidermispigmentierung, daß von den Blutgefäßen bis zur Epidermis hin und hin Pigmentzellen getroffen werden müßten, was eben nirgends der Fall ist. Weiterhin ist es auffallend, daß gerade bei stark pigmentierter Epidermis die Chromatophoren keineswegs besonders reichlich vorhanden und gut ausgebildet sind und an vielen Körperstellen mit ziemlich starker Epidermispigmentierung vollkommen fehlen. Daß ferner die Chromatophoren recht wenig Ähnlichkeit mit Leukozyten besitzen, wurde schon früher erwähnt. Wenn ich mir auch wohl bewußt bin, daß aus der Untersuchung einer Tierart und noch dazu eines einzigen Entwicklungsstadiums, unmöglich die Herkunft des Pigments zu entscheiden ist, so erscheint mir nach allem doch die Theorie der autogenen Pigmentbildung sowohl in der Epidermis, wie im Corium besser begründet zu sein als die Einschleppungstheorie. Das Vorkommen von Pigment in Endothelzellen, Leukozyten und im Blut könnte, wie schon angedeutet, ebensogut seine Erklärung finden durch eine Abgabe von Pigmentkörnchen aus den Pigmentzellen der Gefäßscheiden an die Endothelzellen und weiterhin an das Blut, wo sie von Leukozyten aufgenommen werden könnten.

Zusammenfassend läßt sich über die Pigmentierung der Flußpferdhaut folgendes sagen:

Neben reinem Epidermispigment, das sich über alle Schichten der Epidermis erstrecken kann, kommen an zahlreichen Hautstellen schön ausgebildete Chromatophoren vor. Trotz reichlich vorhandenen Epidermispigmentes können aber Chromatophoren vollkommen fehlen, oder es können Chromatophoren vorhanden sein und das Epidermispigment fehlen.

Das Epidermispigment liegt im Stratum cylindricum gewöhnlich im basalen, in den Zellen der übrigen Schichten ausnahmslos im distalen Zellabschnitt kappenförmig dem Kern aufsitzend. In den Zellen der äußeren Wurzelscheide der Haare und im geschichteten Epithel der Drüsenausführungsgänge zeigen die Pigmentkörnchen keine gesetzmäßige Lagerung. Die Ansammlung der Pigmentkörnchen in der distalen Zellhälfte spricht für einen Phototropismus des Pigments.

Interzelluläres Pigment fehlt in den oberflächlichen Schichten der Epidermis vollständig, das in den tiefen Schichten vorkommende dürfte wahrscheinlich den Ausläufern von Chromatophoren angehören.

Die Chromatophoren sind mit verzweigten Ausläufern versehene Zellen, die an der Corium-Epidermisgrenze liegen. Sie sind mit den benachbarten Epidermiszellen nicht durch Protoplasmafasern verbunden; ihre Ausläufer dringen tief in die Interzellularräume der Epidermis ein. Wahrscheinlich sind die Chromatophoren weder als modifizierte Epithelzellen, noch als Leukozyten oder gewöhnliche Bindegewebszellen, sondern als Zellen eigener Art aufzufassen.

Coriumpigment ist nur außerordentlich spärlich und nur an wenigen Hautstellen nachweisbar.

Das gelegentliche Vorkommen von freien Pigmentkörnchen und pigmentierten Leukozyten im Blut, ferner von pigmentierten Endothelzellen darf nicht als Beweis für den hämatogenen Ursprung des Pigments angesehen werden.

VII. Haare.

Bezüglich der Behaarung des Flußpferdes im allgemeinen, der Gruppenstellung und des Baues der Haare selbst sei auf die Ausführungen Toldt's verwiesen. Im folgenden sollen nur einige Ergänzungen, die sich auf die Haarwurzel und den Haarbalg beziehen, gegeben werden.

Weber bemerkt bezüglich der Haarfollikel des Flußpferdes, daß dieselben bei sämtlichen Borsten am erwachsenen Tier nach dem Typus der echten Tasthaare gebaut sind, »insofern, als die inwendige Follikelscheide von einem Blutsinus umgeben wird; derselbe ist in zahlreiche kleinere Fächer verteilt und ist ziemlich kräftig entwickelt. Dieser Sinus fehlt natürlich an den Cilien. Ebensowenig sind die beschriebenen Haare des jungen Tieres, die langen, spitz zulaufenden sowohl wie die Lanugohaare, wenn ich sie so nennen darf, Sinushaare«.

Nach Weber würden demnach dem neugeborenen Flußpferd überhaupt keine Sinushaare, sondern nur asinuöse Haare zukommen. Im Gegensatze zu diesen Angaben konnte ich schön entwickelte Sinushaare mit Sicherheit feststellen und außerdem alle Übergänge von sinuösen zu asinuösen Haaren. Diese sich widersprechenden Befunde erklären sich vielleicht daraus, daß das in Rede stehende neugeborene Flußpferd in seiner Entwicklung weiter vorgeschritten war, als das von Weber untersuchte; vielleicht handelte es sich bei letzterem um ein nicht voll ausgetragenes Tier. Für diese Annahme spricht die Bemerkung Weber's, daß er bei seinem Neugeborenen über den ganzen Kopf und Hals mit Ausnahme der Kehlgegend nur äußerst dünne, wie Lanugo aussehende Haare fand, die an den dorsalen und den Seitenflächen des Halses erst dann zum Vorschein kamen, als die oberste Epidermislage, die am Spirituspräparat leicht in großen Stücken wegzunehmen war, abgehoben wurde. Die Haare lagen zusammengebogen hierunter wie unter einer Epitrichialschicht. Toldt erwähnt, daß bei unserem Exemplar an der unversehrten Halshaut die Haarspitzen, wie zumeist am übrigen Körper, deutlich durchgebrochen sind und auch nach Ablösung der Epidermis keine derart zusammengebogenen Haare vorkommen, wie sie sich bei Anwesenheit eines Epitrichium finden. Ich kann diese makroskopisch erhobenen Befunde Toldt's nur bestätigen; an keiner Hautstelle fand ich Haare, die nicht schon durchgebrochen gewesen wären.

Voll entwickelte Sinushaare fand ich an der Außenseite der Oberlippe. Toldt erwähnt, daß die Behaarung der Oberlippenpartie sich ohne besondere Schwierigkeiten auf die bei anderen Säugetieren oft sehr scharf umgrenzten Oberlippenvibrissenfelder zurückführen läßt. Durch den Nachweis, daß die hier vorkommenden Haare schon beim Neugeborenen gut ausgebildete Sinushaare sind, und zwar, soviel ich an meinem Material sehen konnte, viel weiter entwickelt sind, als Sinushaare an anderen Stellen, ist auch in dieser Beziehung eine Übereinstimmung mit den Oberlippenvibrissen anderer Säuger gegeben.

Bezüglich des feineren Baues der Sinushaare in der Oberlippe verweise ich zunächst auf Abb. 14. Das Haar selbst zeigt keine auffallenden Besonderheiten; es besteht ausschließlich aus Rindensubstanz. Die sehr zellreiche Haarpapille erscheint in eine längere Spitze ausgezogen und ist in ihrem Spitzenteil nicht scharf gegen die Haarsubstanz abgegrenzt. An Querschnitten könnte die verhältnismäßig weit in die Haarwurzel vorragende Papillenspitze allerdings einen dünnen Markzylinder vortäuschen. Ähnliches scheint Flatten (zit. nach Stoss [41]) an den Borsten des Schweines beobachtet zu haben, indem er sagt, daß die Papillenspitze in die Markzellen übergeht. Die äußere Wurzelscheide zeigt, wie an allen Haaren des Flußpferdes, in ihrem apikalen Teil nach außen einen unregelmäßig gewellten Umriß und verschmälert sich in ihrem basalen Dritteil ziemlich plötzlich auf etwa die Hälfte ihrer Dicke. Die der äußeren Wurzelscheide aufliegende innere Balglage ist im allgemeinen schwach entwickelt und besteht aus zelligem, embryonalem Bindegewebe. Die Zellen sind hauptsächlich in longitudinaler Richtung angeordnet. Die äußere Balglage ist außerordentlich stark, besteht aus mehr faserigem Bindegewebe, dessen Faserzüge ebenfalls vorwiegend longitudinal verlaufen; zwischen den längsverlaufenden kommen allerdings auch ziemlich reichliche zirkuläre Bündel vor.

Die äußere Balglage steht mit der Papille und der inneren Balglage durch einen zellreichen Papillenstiel in Verbindung. Der sehr weite, etwa birnförmige Sinus ist mit Blut gefüllt, in dem, wie schon erwähnt, sämtliche Leukozyten Pigment enthalten, und wird allenthalben von mächtigen Balken, die von der inneren zur äußeren Balglage ausstrahlen, durchzogen. Die Balken bestehen aus sehr zellreichem Bindegewebe, ähnlich wie die innere Balglage, und namentlich die mittleren breiten Balken zeigen ein sehr lockeres Gefüge und scheinen aus dem von Tretjakoff (45) in Sinushaaren beschriebenen Gallertgewebe zu bestehen. Im allgemeinen sitzen die Balken mit breiter Basis der inneren Balglage auf und verschmälern sich gegen die äußere Balglage hin. Die Balken verlaufen im apikalen Teil des Sinus leicht schräg distalwärts, im mittleren Teil schlagen sie mehr quere Richtung ein, während sie sich im basalen Teil immer mehr und mehr in die Längsrichtung des Haares einstellen. Die ziemlich derben Balken des apikalen Teiles stehen so dicht, daß sie nahezu den ganzen Sinus erfüllen und dieser nur in Form von kleineren Lücken und Spalten erscheint. Im mittleren Teil sind die Balken zwar noch breiter als im apikalen Anteil, dafür aber bedeutend spärlicher, so daß hier der Sinus seine größte Entfaltung erreicht. Im basalen Teil stehen die hier ziemlich schmalen Balken wieder dichter und bilden, namentlich um den Papillenstiel herum, ein ziemlich feinmaschiges Netzwerk.

Es kommt demnach an den Sinushaaren des Flußpferdes nicht zur Ausbildung eines glattwandigen, balkenfreien Ringsinus im apikalen Teil des Haares, wie man ihn bei den Raubtieren und Nagern findet, und ebenso fehlt ein Sinuskissen, so daß wir hier einen ähnlichen Bau der Sinushaare sehen wie bei den übrigen Huftieren. Nirgends sieht man dem bindegewebigen Haarbalg quergestreifte Muskulatur anliegen, wie dies bei den beweglichen Tasthaaren der Oberlippe der Katze, Nagetiere usw. der Fall ist. Ebensowenig konnte ich an irgend einem anderen Haar des Nilpferdes einen Arrector pili nachweisen. Nach der letzthin von Botezat (4) gegebenen Einteilung wären die Sinushaare des Flußpferdes als »passive Tasthaare ohne Ringsinus« zu bezeichnen.

Neben diesen vollentwickelten Sinushaaren kommen in der Oberlippe auch solche vor, die entweder als noch in Entwicklung stehende oder als rudimentäre Sinushaare aufzufassen sind. Bei diesen erscheint der bindegewebige Haarbalg zwar auch schon außerordentlich stark entwickelt; eine innere und äußere Balglage ist im allgemeinen nicht deutlich abzugrenzen, höchstens insofern angedeutet, daß die innere Lage zellreicher ist als die äußere; in beiden herrscht die Längsrichtung der Zellen und Fasern vor. Ein Sinus erscheint nur etwas unterhalb der Mitte der Haarwurzel in Form von mehreren kleineren, mit Endothel ausgekleideten blutführenden Räumen zwischen innerer und äußerer Balglage angedeutet. Zwischen diesen Bluträumen ziehen Verbindungsbalken von der inneren zur äußeren Balglage. Sinushaare in einem ähnlichen, nur etwas weiter vorgeschrittenen Entwicklungsstadium wie die letztgenannten fand ich am glatten Kinnpolster. Hier reicht der von zahlreichen, noch recht derben Balken durchzogene Sinus etwa von der Mitte der Haarwurzel bis gegen den Bulbus, während in der apikalen Hälfte von einem Sinus im bindegewebigen Haarbalg nicht gesprochen werden kann. Hier finden sich nur auffallend zahlreiche, nur von Endothel bekleidete kleinere Blutgefäße. Die Submentalgegend, die bei den Suiden durch besonders starke Spürhaare ausgezeichnet ist und die auch beim Elefantenfetus nach Toldt (42) ein deutliches Submentalbüschel zeigt, finde auch ich, wie ja nach der makroskopischen Untersuchung zu erwarten war, vollkommen haarfrei.

Nach Weber fehlen Cilien beim neugeborenen Flußpferd; beim erwachsenen Tier sind sie vorhanden und asinuös. Ebenso erwähnt Toldt, daß der untere Lidrand haarlos ist und er eigentliche Cilien ebensowenig finden konnte wie Gratiolet und Weber. Demgegenüber möchte ich bemerken, daß ich an dem untersuchten oberen Augenlid Haare nachweisen konnte (Fig. 15), die ihrer Lage nach als Cilien zu bezeichnen sind. Allerdings erscheinen diese Cilien ungewöhnlich schwach entwickelt, so daß sie bei der makroskopischen Untersuchung leicht übersehen werden können. Der freie Haarteil dieser Cilienrudimente ragt nur wenig über die Hautoberfläche vor und hat einen Dickendurchmesser von durchschnittlich nur 30 μ. Die Austrittstellen der Cilien liegen nicht genau in einer Reihe, so daß

sie etwas weiter nach außen oder innen verschoben erscheinen können, immer aber in der Gegend des Lidrandes austreten. Alle Cilien sind mehr oder weniger gekrümmt, so daß es nicht gelingt, an einem Durchschnitt durch das Lid das ganze Haar zu überblicken. Der bindegewebige Haarbalg der Cilien zeigt eine im Verhältnis zur Haardicke außerordentlich starke Entwicklung, ebenso ist innere und äußere Wurzelscheide im Vergleiche zum Durchmesser des Haares ungewöhnlich stark ausgebildet (Fig. 16). Am bindegewebigen Haarbalg ist deutlich eine innere longitudinale zellreiche Schicht und eine äußere zirkuläre Lage zu unterscheiden. Die innere longitudinale Lage kann aber auch fehlen. Dieselbe Anordnung der Elemente des bindegewebigen Haarbalges konnte ich an der Mehrzahl der Haare anderer Körperstellen nachweisen, was umso auffallender ist, als wir gerade die umgekehrte Faserrichtung zu sehen gewohnt sind, nämlich innen zirkulär, außen longitudinal verlaufende Fasern. In der zirkulären Lage des Haarbalges der Cilien fallen, namentlich in dem mehr der Papille zugewendeten Abschnitte, sehr reichliche, verhältnismäßig weite, nur mit Endothel ausgekleidete Blutgefäße auf (Fig. 16G), genau so, wie wir derartige Bluträume an den in Entwicklung begriffenen Sinushaaren sehen und wie sie letzthin zum Beispiel auch von Toldt (44) an den Haaren der hinteren Extremität vom Coendu-Fetus beschrieben wurden. Nach Toldt handelt es sich hierbei entweder um eine Übergangsform zwischen gewöhnlichen und Sinushaaren oder wahrscheinlich um in Ausbildung begriffene Sinushaare, in welchen die Gefäße noch nicht zu ausgedehnten Bluträumen zusammengeflossen sind. Nachdem Weber ausdrücklich erwähnt, daß die Cilien des erwachsenen Flußpferdes asinuös sind, so ist wohl nicht anzunehmen, daß diese beim Neugeborenen gefundenen Anlagen des Sinus an den Cilien sich weiter entwickeln, sondern höchstens in dem gefundenen Zustande verharren; dann müßten wir aber die Cilien als Übergangsformen zwischen sinuösen und asinuösen Haaren auffassen. Einigemale fand ich an den Cilien Haarwechselbilder. Dieselbe Ausbildung des Haarbalges wie an den Cilien findet sich an den Haaren des Ohrsockels.

Etwas schwächer als an den bisher genannten Haaren, aber immerhin noch ziemlich mächtig, erscheint der bindegewebige Haarbalg an den Schwanzhaaren entwickelt. Auch hier erkennt man eine innere longitudinal verlaufende Schicht, worauf, allerdings nicht an allen Haaren, eine äußere zirkuläre Schicht folgt, der noch einzelne längsverlaufende Bündel aufgelagert sein können. Auch hier findet man eine auffallend reichliche Vaskularisation des bindegewebigen Haarbalges, und wenn auch die Gefäße weniger weit als an den Cilien sind, so dürfen doch auch diese Haare entweder als Übergangsformen zwischen Sinushaaren und asinuösen betrachtet werden oder als in Ausbildung begriffene Sinushaare, die in ihrer Entwicklung auf einer noch recht niederen Stufe stehen. Dasselbe gilt von den Haarbälgen der Nacken-, Oberschenkel- und, wenigstens was die mächtige Entwicklung des bindegewebigen Haarbalges anlangt, auch von den Rückenhaaren. Nur die Haare der Ohrmuschel zeigen einen schwach entwickelten gefäßarmen Haarbalg und sind demnach als gewöhnliche asinuöse Haare aufzufassen. Nebenbei möchte ich noch erwähnen, daß namentlich an den letztgenannten Haaren das Stratum lucidum besonders tief in die Haartasche hineinreicht und mit unregelmäßigen Verdickungen und wulstartigen Auftreibungen endet.

Wir sehen demnach, wie schon erwähnt, beim neugeborenen Nilpferd vollentwickelte Sinushaare und alle Übergänge von diesen zu gewöhnlichen asinuösen Haaren, wobei letztere allerdings eine sehr geringe Verbreitung zu besitzen scheinen, indem ich sie nur an der Ohrmuschel nachweisen konnte. Nach den Angaben von Weber, daß beim erwachsenen Flußpferd sämtliche Borsten nach Art der Sinushaare gebaut sind, ist zu erwarten, daß die Mehrzahl der »Übergangsformen« sich noch weiter zu vollentwickelten Sinushaaren ausbildet. Es ist aber auch ganz gut möglich, daß einzelne Haare sich nicht weiter entwickeln, sondern als Zwischenformen oder rudimentäre Sinushaare stehen bleiben, da wir ja wissen, daß auch bei anderen Tieren Übergänge zwischen gewöhnlichen und Sinushaaren vorkommen. So beschreibt beispielsweise Frédéric (15) bei Affen Sinushaare, die sich durch Kaliber, Länge und Farbe nicht von gewöhnlichen Haaren unterscheiden. Außerdem kommen bei einigen Affen, hauptsächlich beim Orang, neben echten Sinushaaren noch rudimentäre Formen

(Übergangsformen) vor, bei denen der Blutraum entweder auf einen feinen Spalt reduziert ist oder ganz fehlt; dann erinnert nur der beträchtlich entwickelte bindegewebige Haarbalg an die Verwandtschaft mit Sinushaaren. Wie Toldt (44) ganz richtig bemerkt, »verliert die Abgrenzung zwischen Spürhaaren und gewöhnlichen Fellhaaren durch die zunehmende Kenntnis vom Vorkommen von Sinushaaren an den verschiedensten Körperstellen — besonders wenn sie einzeln auftreten — ebenso wie durch die stets fortschreitende Auffindung von Übergangsformen bezüglich der Ausbildung von Blutsinussen und hinsichtlich der äußeren Erscheinung der Haare immer mehr an Schärfe«.

Die Haarpapillen zeigen bei unserem Flußpferd sehr variable Formen, und zwar schon bei Haaren derselben Körpergegend. Bald sind sie mehr knopfförmig, bald in eine ziemlich lange Spitze ausgezogen, andere wieder etwas abgeflacht und man findet, was mir am bemerkenswertesten erscheint, außerdem recht häufig zusammengesetzte Papillen, das heißt Haarpapillen, die in sekundäre Papillen auslaufen. In letzterer Hinsicht besteht eine Ähnlichkeit mit den Borstenpapillen des Schweines. Hier fand Stoss (41) in beschränkter Anzahl Papillen mit ziemlich lang ausgezogenen sekundären Papillen, durch welchen Befund nach Stoss der sternförmige Querschnitt des Markes und die Spaltung der Borstenspitze histologisch erklärt würde. Kränzle (22) bestätigt die diesbezüglichen Angaben von Stoss, indem er die Mehrzahl der Borstenpapillen als Papillae compositae findet und annimmt, daß die Zersplitterung der Schweinsborste an ihrer natürlichen Spitze in 3 bis 7 und mehr Äste unbedingt auf den Bau der Papille zurückzuführen ist. »Das Gefüge der verhornten Rindenzellen ist weniger homogen als bei Haaren, die sich über einer einfachen Papille entwickelt haben. Dies dürfte der Teilung der Spitze Vorschub leisten.« Nachdem auch beim erwachsenen Flußpferd eine hochgradige Spaltung der Borsten nachzuweisen ist (Weber und Toldt), so dürfte wohl auch hier das Vorkommen von sekundären Papillen und die Spaltung der Haarspitze in einem ursächlichen Zusammenhange stehen.

Die Waltiere, die bezüglich der Behaarung insofern eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Nilpferde zeigen, als nach Japha (20) alle bei ihnen noch erhaltenen Haare Sinushaare mit stark entwickeltem Balg sind, denen Drüsen und Muskeln vollkommen fehlen, besitzen ebenfalls Haarpapillen, die an ihrer Spitze mehrere Ausläufer haben. Japha legt dieser Eigenschaft der Papillen keine prinzipielle Bedeutung bei, da gelegentlich bei den Zahnwalen und auch beim Blauwal einheitliche Papillen vorkommen und auch nicht selten bei anderen Säugetieren zusammengesetzte Papillen beobachtet wurden, so von Japha selbst gelegentlich bei den Grannenhaaren des Kaninchens, von Smith (40) an den Borsten des Elefanten, von Giovannini (17, 18) zuweilen an den Barthaaren des Menschen. Auch Frédéric (15) konnte eine Kerbung der Papillenoberfläche an den Sinushaaren vom Affen nachweisen. Ein Haarwechsel fehlt bei den Waltieren nach Japha vollkommen; die schon beim Fetus angelegten Haare persistieren. Auch beim Nilpferd konnte ich, mit Ausnahme der Cilien, an keiner Körperstelle Anzeichen eines Haarwechsels finden.

Hier sei nur noch vorläufig erwähnt, daß ich nur an den Haaren der Ohrmuschel rudimentäre Talgdrüsen nachweisen konnte; alle übrigen Haare fand ich drüsenfrei. Hierüber wird im nächsten Abschnitt noch ausführlicher die Rede sein.

Zusammenfassung:

Schon beim neugeborenen Flußpferd kommen gut ausgebildete Sinushaare, und zwar in der Oberlippe vor. Der Sinus wird allenthalben von Balken durchzogen; es fehlt also ein Ringsinus und auch ein Sinuskissen wie bei anderen Huftieren. Weniger weit entwickelt sind die Sinushaare am glatten Kinnpolster und von diesen kommen alle Übergänge zu gewöhnlichen asinuösen Haaren vor. Letztere fand ich nur in der Ohrmuschel. Diese »Übergangsformen«, die wenigstens zum großen Teil sich noch zu voll ausgebildeten Sinushaaren entwickeln dürften, sind durch den mächtigen bindegewebigen Haarbalg ausgezeichnet, der in weiter vorgeschrittenen Formen von sehr reichlichen, ganz dünnwandigen Blutgefäßen durchzogen wird, in den den asinuösen Haaren am nächsten stehenden Formen aber ziemlich gefäßarm sein kann.

Die innere Faserlage des bindegewebigen Haarbalges zeigt gewöhnlich eine Längsrichtung, die äußere einen zirkulären Verlauf. Haarmuskeln fehlen allen Haaren vollkommen. Die Haarpapillen sind in ihrer Form sehr verschieden und häufig mit sekundären Papillen versehen (zusammengesetzte Papillen).

Rudimentäre Cilien sind schon beim neugeborenen Tiere nachzuweisen; auch sie gehören den »Übergangsformen« zwischen sinuösen und asinuösen Haaren an und zeigen Zeichen des Haarwechsels.

VIII. Hautdrüsen.

Das Flußpferd nimmt bekanntlich insofern eine Sonderstellung unter den Säugetieren ein, als seine Hautdrüsen ein rotes Sekret, den »blutigen Schweiß« absondern. Diese nahezu über die ganze Körperoberfläche verbreiteten Drüsen faßt Weber als modifizierte Schweißdrüsen auf. Nach meinen Untersuchungen zeigen die fraglichen Drüsen alle Merkmale von tubuloalveolären, mukösen Speicheldrüsen, wie wir sie sonst nur an Schleimhäuten finden und sind demnach auch als Schleimdrüsen zu bezeichnen. Typische Knäueldrüsen konnte ich neben den Schleimdrüsen nur in der Ohrmuschel nachweisen. Talgdrüsen fand ich gleichfalls nur an den Haaren der Ohrmuschel, und auch hier nur in rudimentärer Form.

Meibom'sche Drüsen fehlen vollkommen. Es scheint dies besonders bemerkenswert, da sie beim Schwein vorhanden sind, allerdings nicht als langgestreckte Drüsen, sondern nach Zietzschmann (50) als kurze, waldhornförmig gekrümmte Gebilde. Eggeling (11) sieht in dem Fehlen von Meibom'schen Drüsen bei einer geringen Anzahl von Säugern nicht ein ursprüngliches Verhalten, sondern einen sekundären Zustand. Bei diesen Formen, die zum Teil sehr verschiedenen Gruppen angehören und nicht in direkte Beziehung zu einander zu bringen sind, müssen auf der Innenseite der Lidfalten mit den ursprünglich vorhandenen Haaren und Schweißdrüsen auch die Talgdrüsen verloren gegangen sein. Bei *Ornithorhynchus*, Delphin und *Phoca* mag dafür das Leben im Wasser von Bedeutung gewesen sein, bei den anderen Arten aber, bei *Echidna*, *Dasypus*, *Manis*, Elefant und Kameel bedarf nach Eggeling das ursächliche Moment noch der Aufklärung. Nachdem das mit dem Flußpferd verhältnismäßig nahe verwandte Schwein Tarsaldrüsen besitzt, so darf wohl angenommen werden, daß auch bei ersterem infolge der amphibischen Lebensweise die Drüsen verloren gegangen sind. Es erscheint überhaupt das ganze Lid des Flußpferdes wenig differenziert; so sind, wie schon früher erwähnt, die Cilien rudimentär; es fehlen nicht nur die Tarsaldrüsen, sondern auch die sonst nahezu an allen Stellen der Nilpferdhaut vorkommenden Schleimdrüsen konnte ich hier nicht nachweisen. Toldt erwähnt allerdings, auch hier vereinzelte Drüsenporen bei der makroskopischen Untersuchung gesehen zu haben, so daß an dem Vorkommen von Schleimdrüsen im Lide kaum gezweifelt werden kann; immerhin müssen sie aber sehr spärlich sein, da ich trotz zahlreicher Schnitte, die ich daraufhin untersuchte, niemals auf eine Drüse oder einen Ausführungsgang gestoßen bin. Auch eine dichtere Verfilzung des Bindegewebes als Andeutung eines Tarsus ist nicht nachzuweisen. Nach Eggeling kommt ein Tarsus außer beim Menschen nur bei den Primaten und andeutungsweise in Form einer derberen bindegewebigen Kapsel beim Hunde vor. Zietzschmann hingegen konnte bei allen Haussäugetieren, somit auch beim Schweine, einen Tarsus nachweisen; allerdings ist dieser dem des Menschen gegenüber wesentlich geringer ausgebildet.

Im Folgenden sollen der Reihe nach die Schleimdrüsen, Schweißdrüsen und Talgdrüsen besprochen werden und zum Schlusse noch auf den Bau der Mammarorgane eingegegangen werden.

a) Schleimdrüsen.

Was die Verbreitung der Schleimdrüsen anlangt, sei zunächst auf die Beobachtung Weber's über die Drüsenporen am lebenden (erwachsenen) Nilpferd hingewiesen. Die Mündungen der Ausführungsgänge finden sich am zahlreichsten auf der Rückenhaut bis zur Schwanzspitze, ferner auf der dorsalen Fläche des Kopfes, an Ober- und Unterlippe und sparsam an der Vorderfläche der Beine. Die Hinterfläche derselben, die Bauchhaut, die Flanken, die ventrale Fläche am Kopf und Hals dagegen sind ganz frei. Der Abstand der einzelnen Poren beträgt im Mittel 2 *cm*, kann aber auch mehr betragen, während oben auf dem Rücken die Poren nur 1·5 *cm* von einander entfernt sind. Beim jungen Tier ist der Abstand noch kleiner. Bei der mikroskopischen Untersuchung fand Weber die Drüsen an den Lippen nur spärlich, am Bauche gar nicht.

de Meijere (25) bemerkt, daß beim Flußpferd in der Ohrgegend zu jeder Haargruppe eine »tubulöse Drüse« gehört und daß man eine solche auch neben jedem isolierten Haar des Rückens findet, erwähnt aber weiterhin, daß an einem Stück der Nilpferdhaut die Drüsenöffnungen ohne Regelmäßigkeit zwischen den Haaren verteilt waren, an einem zweiten Stücke hingegen immer einige Millimeter entfernt von einem Haare, und zwar so regelmäßig, daß der Verband zwischen beiden nicht in Abrede gestellt werden konnte.

Nach Toldt sind die Drüsenporen auch beim Neugeborenen in Form von schwarzen Pünktchen mit freiem Auge sichtbar. Die dunkle Färbung rührt, wie ich zeigen konnte, von der starken Pigmentierung der Zellen des Ausführungsganges her. Am Rücken liegen die Drüsenöffnungen in einer gegenseitigen Entfernung von durchschnittlich 4 *mm*. Im Gegensatz zur Angabe Weber's fand Toldt aber auch Drüsenporen an der ganzen Unterseite des Körpers, wenn auch spärlicher, sowie vereinzelt an den Nasenflügeln, am oberen Augenlid, am Kinnpolster und am Schwanze. Dorsal an den Fingern und Zehen kommen ebenfalls vereinzelte Drüsenöffnungen vor. Nur an der Sohlenhaut und an den Ohrmuscheln scheinen sie zu fehlen. Die Bezeichnung »Rückenhautdrüsen des Nilpferdes« (Brinkmann) ist daher nach Toldt nicht mehr zutreffend. Über die Lage der Drüsenporen bemerkt weiterhin Toldt, daß dieselben an den gefelderten Hautstellen im Gegensatz zu den Haaraustritten stets innerhalb eines Feldes, also nie in einer Runzel liegen; an der relativ glatten Stirnhaut finden sich dagegen kleine Wärzchen, an deren Gipfel die Drüsen münden. Mitunter liegen zwei Poren auf einem solchen Wärzchen. Durch bedeutende Größe und bestimmte Anordnung ausgezeichnete, oblonge Drüsenhöckerchen finden sich dorsal an den Zehen; der Drüsenausführungsgang mündet bei diesen an ihrem distalen Ende.

Ich finde in Bestätigung der makroskopischen Beobachtungen Toldt's Schleimdrüsen in verschiedener Menge und Größe an allen untersuchten Hautstücken mit Ausnahme der Sohlenhaut und, wie schon erwähnt, des oberen Lides. Auch an der Ohrmuschel konnte ich derartige Drüsen, allerdings nur in der Nähe des freien Randes und an der Innenfläche nachweisen, während sie an der Außenfläche fehlen. Es erklärt sich hieraus auch die Angabe Toldt's, daß an der Ohrmuschel die Drüsen zu fehlen scheinen. Somit ergibt sich aus der makroskopischen und mikroskopischen Untersuchung, daß die Schleimdrüsen in allen Hautgebieten des Nilpferdes, allerdings in sehr verschiedener Menge, vorkommen und wahrscheinlich nur in der Sohlenhaut vollständig fehlen.

Die Größe und Form der Drüsen ist sehr verschieden. Es können an ein und derselben Hautstelle neben größeren auch kleine, akzessorische Drüsen vorkommen. Die größten Drüsen, wie ich sie zum Beispiel in der Haut des Oberschenkels finde, zeigen einen größten Durchmesser von etwa 4 *mm* während die kleinsten Drüsen aus der Oberlippe einen Durchmesser von 1 *mm* kaum erreichen. Die Form der Drüsen ist am häufigsten eine ovoide, in vertikaler Richtung mehr oder weniger abgeplattete. Oft findet man aber auch die von Weber erwähnte mehr dreieckige Durchschnittsform, so daß die Spitze des Dreiecks gegen die Oberfläche gewendet ist. Mitunter, wie an der Oberlippe, kommen kugelige Formen oder sogar Drüsen vor, deren größter Durchmesser in die vertikale Richtung fällt.

Weber bemerkt, daß die Drüsenkörper an der Grenze der Lederhaut und des subkutanen Bindegewebes liegen. Auch ich fand die Drüsen stets in den tiefsten Schichten des Coriums, in der von mir als Stratum profundum bezeichneten Lage und zum Teil häufig noch in die Subcutis vorragend. Bei der außerordentlich schwankenden Dicke des Coriums liegen demnach die Drüsen auch sehr verschieden tief, und nur dann, wenn das Corium verhältnismäßig dünn ist, das heißt das Stratum reticulare, das im wesentlichen die Dicke des Coriums bedingt, schwach ausgebildet erscheint, kann durch die verhältnismäßig oberflächliche Lage des Drüsenkörpers eine Vorwölbung der Hautoberfläche bedingt werden, wie dies in ausgesprochener Weise an der Dorsalseite der Zehen der Fall ist, wodurch die Zehendrüsenhöckerchen zustandekommen, worauf schon Toldt näher eingegangen ist. Außer den Drüsenhöckerchen fand Toldt an den Zehen der hinteren Extremitäten neben diesen kleine Erhebungen, aus denen ein Härchen hervortritt und an denen außerdem ebenfalls eine Öffnung zu erkennen ist. Diese »Haarhöckerchen« sind, wovon ich mich an Durchschnitten überzeugen konnte, ebenfalls durch das Vorhandensein einer Drüse bedingt.

Das Corium, beziehungsweise die Subcutis erscheint in der Umgebung der Drüsen nicht wesentlich modifiziert, höchstens insoweit, als die Bindegewebsbündel in ihrer Verlaufsrichtung etwas, aber nicht beträchtlich beeinflußt werden. Nirgends liegen die Drüsen in unmittelbarer Nähe der Haare; zwischen beiden besteht immer ein ziemlich beträchtlicher Abstand (gewöhnlich von einigen Millimetern), was ja auch aus den makroskopischen Untersuchungen von Toldt und teilweise auch aus denen de Meijere's hervorgeht.

Bezüglich des feineren Baues der Drüsen erwähnt Weber, daß der Ausführungsgang durch seinen spiraligen Verlauf dem einer Schweißdrüse gleicht, daß er sich aber dort, wo die eigentliche Drüsenmasse beginnt, wenigstens gabelt; zuweilen sind es selbst mehrere Äste, die auseinanderfahren. Jedem seiner Äste sitzen nun eine Anzahl Schläuche an, deren jeder knäuelförmig aufgewunden ist. Da es somit nicht zur Entwicklung von Drüsenacini kommt, sondern jeder Teil der Drüse nach dem schlauchförmigen Typus gebaut ist, verdient die Drüse nach Weber wohl die Bezeichnung einer tubulösen, jedoch sehr stark abgeänderten. An jenem Teil des Ausführungsganges und seiner Äste, der innerhalb der Drüsenmasse selbst gelegen ist, fand Weber außen auf dem einschichtigen Zylinderepithel eine Lage glatter Muskelfasern, die am freien Teil des Ausführungsganges, der geschlängelt die Lederhaut durchzieht, fehlen. Die Kanäle des sezernierenden Abschnittes tragen nach Weber ein unregelmäßig kubisches bis zylindrisches Epithel und nach außen hin jedenfalls eine Lage glatter Muskelfasern. »Hält man nun im Auge, daß durch die ganze Drüse das Epithel einschichtig ist, daß die Drüsenschläuche in der Tat Schläuche sind mit knäuelförmigem Verlaufe, daß dieselben von einer glatten Muskellage umgeben sind und daß endlich auch der Ausführungsgang einen spiralig geschlängelten Verlauf hat, so wird man der Drüse einen tubulösen Charakter zuschreiben müssen.«

Meine Befunde an den in Frage stehenden Drüsen weichen in manchen Punkten von der durch Weber gegebenen Beschreibung nicht unerheblich ab, und zwar in dem Sinne, daß ich sowohl nach dem Bau des Ausführungssystems als auch der Endstücke die Drüsen als zusammengesetzte tubuloalveoläre Drüsen vom Typus der Speicheldrüsen, und nach der Beschaffenheit der sezernierenden Endstücke als muköse Speicheldrüsen bezeichnen zu dürfen glaube. Freilich wäre gerade für die Ergründung des feineren Baues dieser Drüsen eine bessere Fixierung wünschenswert gewesen, immerhin treten aber auch bei dem etwas mangelhaften Erhaltungszustand der Zellen des sezernierenden Abschnittes sowie des Ausführungssystems die einzelnen kennzeichnenden Eigenschaften doch noch so deutlich zutage, daß sie für die Einreihung der Drüsen in eine der bekannten Typen verwertet werden können.

Bei schwacher Vergrößerung (Fig. 18) fällt zunächst der ausgesprochen lappige Bau, so wie wir ihn an Speicheldrüsen sehen, in die Augen, der umso deutlicher ausgeprägt erscheint, je größer die Drüse ist. Die einzelnen Läppchen sind von einer geringen Menge von Bindegewebe umgeben, das nur dort, wo mehrere Ausführungsgänge gelegen sind, in etwas größerer Masse auftritt. Von diesem

interlobulären Gewebe treten spärliche Faserzüge in die Läppchen selbst ein (intralobuläres Bindegewebe). Nur in Spuren ist ein die ganze Drüse umhüllendes Bindegewebe, ein Epadenium, entwickelt, so daß man nicht von einer eigentlichen Drüsenkapsel sprechen kann. An den meisten Stellen schließen sich unmittelbar an die Drüsenläppchen nach außen die Bündel der tiefen Koriumschichten, beziehungsweise des subkutanen Bindegewebes an. Sehr häufig finde ich die größeren Drüsen von einer auffallend starken Arterie (und Venen) durchsetzt.

Bekanntlich kann man am Ausführungsapparat von Speicheldrüsen drei verschiedene Abschnitte unterscheiden: Ausführungsgänge (Sekretgänge), Sekretröhren (Speichelröhren) und Schaltstücke. Die Ausführungsgänge verzweigen sich dendritisch, gehen in die ebenfalls sich verästelnden Sekretröhren über, die zum Teil noch interlobulär, die kleineren aber schon intralobulär liegen, aus denen die ausschließlich innerhalb der Läppchen gelegenen Schaltstücke sich fortsetzen, welche die sezernierenden Endstücke tragen. Das Epithel der Hauptausführungsgänge kann in der Nähe der Mündungsstelle ein geschichtetes Plattenepithel sein, das weiter drüsenwärts in ein mehrreihiges (mehrschichtiges) Zylinderepithel übergeht. Die kleineren Ausführungsgänge tragen ein einfaches Zylinderepithel. Das die Sekretröhren auskleidende Zylinderepithel ist durch seine Eosinophilie und die basale Strichelung der Zellen ausgezeichnet. Die Schaltstücke führen ein einfaches, niedrig kubisches bis Plattenepithel.

Vergleichen wir das Ausführungssystem der Hautdrüsen des Nilpferdes mit dem der gewöhnlichen Speicheldrüsen, so sehen wir eine auffallende Übereinstimmung. Der gewöhnlich bis nahe an den Drüsenkörper einheitliche Hauptausführungsgang trägt zunächst in der Nähe der Mündungsstelle, die nichts anderes ist als eine Einsenkung der Epidermis, ein geschichtetes Plattenepithel, das aber sehr bald in ein mehrschichtiges Zylinderepithel übergeht. Die Teiläste des Ausführungsganges zeigen ein zweireihiges Zylinderepithel, das auch noch in den größeren, innerhalb des Drüsenkörpers gelegenenen Ausführungsgängen beibehalten wird; dann folgen mit einfachem Zylinderepithel bekleidete Ausführungsgänge, die sich in Kanäle fortsetzen, deren Zylinderepithel mitunter recht deutlich basa aufgefasert erscheint (Fig. 20, S) und sich gewöhnlich intensiver mit Eosin färbt als das Epithel der übrigen Abschnitte des Ausführungssystems. Es handelt sich somit um Sekretröhren. Letztere liegen zum Teil noch im interlobulären Gewebe, zum Teil innerhalb der Läppchen und gehen hier in enge mit einem niederen Epithel ausgekleidete Schaltstücke (Fig. 20, Sch) über, an denen die Alveolen hängen. Die Schaltstücke sind im allgemeinen ziemlich lang, allerdings infolge der mangelhaften Konservierung nicht überall deutlich zu erkennen, da sie häufig zusammengefallen erscheinen, so daß von der Lichtung nichts wahrzunehmen ist und sie in Form eines zelligen Stranges erscheinen. Im Gegensatz zu der Beobachtung Weber's konnte ich an keinem Teil des Ausführungssystems glatte Muskulatur nachweisen. Um einen Überblick über den Verzweigungstypus des Ausführungssystems zu erhalten, habe ich von den Ausführungsgängen einer Drüse aus der Oberschenkelhaut ein Plattenmodell hergestellt, das ich in Fig. 19 in photographischer Abbildung wiedergebe. Vom einheitlichen Hauptausführungsgang wurde nur der tiefste Abschnitt dargestellt, der sich in zwei Äste teilt, die ihrerseits wieder in kleinere Teiläste zerfallen. Letztere liegen schon innerhalb des Drüsenkörpers. Es handelt sich um eine ausgesprochen dendritische Verzweigung des Ausführungsganges. Wir sehen demnach in den Hautdrüsen des Flußpferdes das Ausführungssystem genau nach dem Typus der Speicheldrüsen gebaut: dendritische Verzweigung, Auskleidung des Hauptausführungsganges zunächst mit geschichtetem Epithel, weiterhin mit mehrreihigem und schließlich mit einfachem Zylinderepithel; Sekretröhren, ausgezeichnet durch Eosinophilie und die basale Strichelung der Zellen; Schaltstücke mit niedrigem Epithel, Fehlen von glatter Muskulatur.

Nicht nur das Ausführungssystem, sondern auch die sezernierenden Endstücke zeigen eine weitgehende Übereinstimmung mit denen von tubulo-alveolären Schleimdrüsen. Sie besitzen eine verhältnismäßig weite Lichtung (Fig. 20, E), sind mitunter gebogen und jedenfalls häufig verzweigt. Die sezernierenden Zellen erscheinen hell mit deutlich vakuolärem Bau des Protoplasmas, sind entweder mehr prismatisch oder häufig auch becherzellenartig aufgetrieben. Die chromatinreichen Kerne stehen

im allgemeinen randständig und sind vielfach plattgedrückt. Bei Behandlung mit Muzikarmin tritt deutliche Rotfärbung der Zellen ein; mit Thionin färbt sich das Protoplasma schwach metachromatisch, mit Delafield'schem Hämatoxylin ziemlich schwach blau. Die Reaktion mit Pyrogallol auf den Kalkgehalt der Drüse fiel negativ aus. Halbmonde (Randzellenkomplexe) fehlen. Ganz flachgedrückte, der Basalmembran unmittelbar anliegende Kerne lassen auf das Vorhandensein von Korbzellen schließen. Sekretkapillaren konnte ich nicht nachweisen, ebensowenig glatte Muskulatur an oder in der Umgebung von Endstücken. In den Sekretröhren und Ausführungsgängen finde ich häufig ein körniges, mit Hämatoxylin nach Delafield sich dunkelfärbendes, mit Eisen-Hämatoxylin sich schwärzendes Sekret, das in den Endstücken fehlt. Ähnliche Körnchen liegen vielfach auch in den Zellen der Sekretröhren, so daß wohl geschlossen werden darf, das letztere das körnige Sekret liefern.

Wir sehen demnach, daß auch der sezernierende Abschnitt der Hautdrüsen des Nilpferdes genau mit dem von mukösen Speicheldrüsen übereinstimmt, daß somit die fraglichen Drüsen als kutane Schleimdrüsen zu bezeichnen sind, die in keiner Beziehung eine Ähnlichkeit mit Knäueldrüsen besitzen. Allerdings muß ich erwähnen, daß keineswegs alle Schleimdrüsen in Bezug auf die Zellen ihrer Endstücke den hier geschilderten Bau, wie wir ihn zum Beispiel an den Schleimdrüsen der Oberschenkelhaut finden, zeigen. In vielen Drüsen ähneln die Endstücke mehr denen seröser Speicheldrüsen, indem das Protoplasma keinen wabigen Bau zeigt, die Kerne mehr rundlich und nicht wandständig sind. In solchen Fällen dürfte es sich wohl sicher um Drüsen handeln, die noch nicht in voller Funktion stehen. Wir dürfen ja nicht vergessen, daß es sich in unserem Falle um ein neugeborenes Tier handelt; daß hier noch nicht alle Drüsen sezernieren, kann keineswegs überraschend erscheinen. Daß andrerseits tatsächlich mindestens ein Teil der Hautdrüsen schon beim neugeborenen Tier ein Sekret absondert, geht auch aus der Angabe Toldt's hervor, daß bald nach dem Einlegen des Neugeborenen die Konservierungsflüssigkeit wie rote Tinte aussah.

Bezüglich des Sekrets der Hautdrüsen erwähnt Weber, daß es dunkelrot aussieht (der Farbstoff ist in diffuser Verteilung im Sekret vorhanden), ausgesprochen fadenziehend, schleimig ist, was auch bei Zusatz von Essigsäure deutlich wird. Von Fett konnte Weber nichts bemerken, bei Zusatz von Osmiumsäure trat keine Schwärzung ein. Chlornatrium oder Chlorammonium ist reichlich vorhanden. Schon aus der Beschaffenheit der Endstücke mußte angenommen werden, daß diese ein schleimiges Sekret abscheiden. Diese Annahme sehen wir somit durch die Angaben Weber's über die Zusammensetzung des Sekretes bestätigt. Es wäre der Gedanke naheliegend, daß die Drüsenendstücke das schleimige Sekret liefern, während der rote Farbstoff von den Zellen der Speichelröhren abgesondert wird, und zwar zunächst in Form von Körnern, die weiterhin aufgelöst werden. Wie v. Ebner (10) bemerkt, sind nach Pflüger die Zellen der Speichelröhren sezernierende Elemente und es müssen somit alle Drüsen, in welchen Speichelröhren vorkommen, als Drüsen mit zweierlei sezernierenden Epithelzellen angesehen werden.

Soweit Weber bekannt, ist dies der zweite Fall, daß eine in ihrer Form dem Typus der Schweißdrüsen entsprechende Drüse ein geradezu schleimiges Sekret liefert. Als anderen Fall betrachtet Weber die Flotzmauldrüse des Rindes und an gleicher Stelle gelagerte Drüsen anderer Säugetiere. Dieser Vergleich stimmt insofern, als wir es sowohl bei den Hautdrüsen des Flußpferdes wie bei den Flotzmauldrüsen des Rindes mit ähnlich gebauten Drüsen zu tun haben, allerdings nicht mit Drüsen vom Typus der Knäueldrüsen, sondern mit Speicheldrüsen. Die Flotzmauldrüsen unterscheiden sich, wie aus der Beschreibung Ellenberger's (12) unzweideutig hervorgeht, nur dadurch von den Hautdrüsen des Nilpferdes, daß sie nicht den mukösen, sondern den serösen Speicheldrüsen zuzurechnen sind. Auch hier sehen wir nach Ellenberger, wie bei den Hautdrüsen des Nilpferdes, außer den Endstücken, Schaltstücke mit niedrigem Epithel, Sekretröhren mit eosinophilem Stäbchenepithel und Ausführungsgänge mit zunächst einfachem, dann zweizeiligem Zylinderepithel, das vor der Mündung mehrschichtig wird. Wenn auch mehrere Beispiele von verästelten Schweißdrüsen (vgl. die Zusammenstellung Brinkmann's [9]) bekannt sind — auch beim Schwein kommen solche nach Kränzle (22)

vor — so dürfen wir doch keineswegs die Schleimdrüsen des Nilpferdes diesen zurechnen. Die Differenzierung des Ausführungssystems in Ausführungsgänge, Sekretröhren und Schaltstücke, ferner der Bau der Endstücke schließt einen Vergleich dieser Drüsen mit Schweißdrüsen anderer Säuger vollkommen aus und wir können erstere nicht als modifizierte Schweißdrüsen bezeichnen. Daß aber die Schleimdrüsen des Flußpferdes während der Phylogenese an die Stelle von Schweißdrüsen getreten sind, scheint wahrscheinlich. Das Schwein besitzt nach Kränzle (22) nicht nur in den besonderen Hautdrüsenorganen, sondern an den verschiedensten Körperstellen, besonders aber am Rücken und an der Kruppe freie Schweißdrüsen, deren Entstehung nicht auf Haaranlagen zurückgeführt werden kann, da die eine freie Schweißdrüse umgebenden Haarbälge mit je einer zugehörigen Schweißdrüsenmündung ausgestattet sind. Da wir beim Nilpferd die Schleimdrüsen immer in einiger Entfernung von den Haaren sehen, so ist es wahrscheinlich, daß die Vorfahren des Nilpferdes ebenfalls freie Schweißdrüsen besessen haben, an deren Stelle dann die Schleimdrüsen getreten sind, während die zu den Haaren gehörigen Schweißdrüsen mit der Reduktion des Haarkleides vollständig geschwunden sind. Nur an der Ohrmuschel sehen wir beide Drüsenarten erhalten: die zu den Haaren gehörigen Schweißdrüsen und die wahrscheinlich phylogenetisch an die Stelle der freien Schweißdrüsen getretenen Schleimdrüsen, welche unabhängig von den Haaren ausmünden.

Das Auftreten von Schleimdrüsen an Stelle der Schweißdrüsen beim Nilpferd dürfen wir wohl mit Sicherheit als Anpassungserscheinung an die amphibische Lebensweise dieses Tieres ansehen. Über die Bedeutung des schleimigen Sekretes für die letztere spricht sich Weber folgendermaßen aus: »Hat das Tier das Wasser verlassen, so daß die Haut noch naß ist, so sieht man die langen den Drüsenöffnungen entströmenden Sekretfäden mit dem Wasser sich mengen, wodurch im Wasser ein schleimiger Überzug über die Haut entstehen wird, der die Epidermis gegen den Einfluß des Wassers wird beschützen können. Dieser schleimige Überzug kann andrerseits auch, wenn die Haut trocken wird, einen trockenen Überzug bilden, der nun wieder auf andere Weise die Epidermis beschützen hilft.« Da Weber angibt, daß die Sekretion der Drüsen am deutlichsten zutage tritt, nachdem das Tier das Wasser verlassen hat und die Haut etwas trockener wird, so ist wohl anzunehmen, daß das schleimige Sekret mindestens die Aufgabe hat, einen Schutz gegen die Vertrocknung der Haut während des Landaufenthaltes zu bilden.

b) Knäueldrüsen.

Wenn wir annehmen dürfen, daß phylogenetisch als Anpassungserscheinung an die amphibische Lebensweise des Flußpferdes an Stelle der Knäueldrüsen (Schweißdrüsen) Schleimdrüsen getreten sind, so gibt es eine Örtlichkeit, an der sich neben den tubulo-alveolären Schleimdrüsen noch Knäueldrüsen erhalten haben, nämlich die Haut der Ohrmuschel. Beide Drüsenarten liegen hauptsächlich an der Innenfläche, Knäueldrüsen auch noch am freien Rande der Ohrmuschel, soweit Haare vorhanden sind. Die Schleimdrüsen zeigen den gewöhnlichen lappigen Bau und die Differenzierung des Gangsystems und der Endstücke genau wie an anderen Körperstellen und sind stark flachgedrückt. Die Knäueldrüsen sind viel kleiner, erscheinen nicht gelappt und man erkennt schon am einzelnen Schnitt deutlich die Windungen des tubulösen sezernierenden Abschnittes. Daß es sich tatsächlich um (tubulöse) Knäueldrüsen handelt, geht aus der in Fig. 21 abgebildeten graphischen Rekonstruktion zweifellos hervor. Der Ausführungsgang erscheint unverzweigt, mehr oder weniger geschlängelt, das sezernierende Endstück stark aufgeknäuelt. Wenn auch letzteres nicht überall den gleichen Durchmesser zeigt, so ist es doch sicher als schlauchförmig zu bezeichnen. Die Knäueldrüsen liegen in unmittelbarer Nähe der Haare, münden zwar nicht direkt in die Haartasche selbst, aber doch gewöhnlich in jene grubenförmige Vertiefung ein, aus der sich die Haartasche fortsetzt (Fig. 21), so daß also eine gewisse Zusammengehörigkeit dieser Knäueldrüsen mit den Haaren nicht zu verkennen ist. Der Ausführungsgang wird in seinem Mündungsteil von einer Fortsetzung der Epidermis ausgekleidet, die zum Unterschiede von den Schleimdrüsen hier nicht pigmentiert erscheint. Indem die Zellschichten

weiter gegen die Tiefe hin mehr und mehr reduziert werden, geht schließlich ein mit einem einschichtigen Epithel versehener Schlauch hervor, der ohne scharfe Grenze sich in das aufgewundene Endstück fortsetzt. Der Ausführungsgang und vielfach auch das Endstück sind strotzend mit Sekret gefüllt, das sich mit Delafield'schem Hämatoxylin intensiv blau färbt, also wahrscheinlich ebenfalls ein schleimiges Sekret darstellt. Infolge der Sekretfüllung erscheint das Epithel im Ausführungsgang ziemlich stark abgeflacht. Das Epithel im Endstück ist ein einfaches kubisches bis zylindrisches. Bei keiner der Knäueldrüsen teilt sich der Ausführungsgang wie in den Schleimdrüsen; ob aber nicht ab und zu eine Gabelung des Endstückes vorkommt, vermag ich nicht mit Sicherheit auszuschließen. Weder am Ausführungsgang noch am Endstücke konnte ich glatte Muskelfasern nachweisen. Es handelt sich also in den nur in der Ohrmuschel neben den tubulo-alveolären Drüsen gefundenen Knäueldrüsen um modifizierte Schweißdrüsen, und zwar insofern modifiziert, als glatte Muskulatur fehlt und auch das Sekret ein anderes sein dürfte, als wir es bei gewöhnlichen Schweißdrüsen finden.

c) Talgdrüsen.

Weber erwähnt, daß an den starken Borsten des erwachsenen Flußpferdes Talgdrüsen gänzlich fehlen, während sie an den langen Haaren des Neugeborenen noch deutlich vorhanden waren, wenn auch nur mäßig ausgebildet, aber auch nur an diesen. Ich finde kleine Talgdrüsen ebenso wie die Knäueldrüsen ausschließlich an den Haaren der Ohrmuschel. Allerdings sieht man, wie schon früher erwähnt, an den Haaren aller Hautgegenden gewöhnlich unregelmäßige Vorwölbungen der äußeren Wurzelscheide, die vielleicht Talgdrüsenanlagen vortäuschen könnten (Fig. 14). Da aber nirgends in den Zellen dieser Vorwölbungen auch nur Spuren von Fetttröpfchen nachzuweisen sind und diese Vorwölbungen nie scharf abgesetzt, sackartig erscheinen, so glaube ich nicht, daß es sich um Talgdrüsenanlagen, sondern nur um unregelmäßig verteilte wulstförmige Verdickungen der äußeren Wurzelscheide handelt; so daß nach meinen Befunden sämtliche ausgebildeten und in Entwicklung stehenden Sinushaare (oder Übergangsformen zu solchen), wie wir diese ausschließlich an der ganzen Körperoberfläche mit Ausnahme der Ohrmuschel finden, frei von Talgdrüsen sind. Nur an den asinuösen Haaren der Ohrmuschel kommt es zur Entwicklung von Talgdrüsen, allerdings scheinen sie auch hier rudimentär zu bleiben. Wenn es sich auch in unserem Falle um ein neugeborenes Tier handelt, so hat die Sekretion in den Talgdrüsen doch schon begonnen, obwohl dieselben sehr klein sind und aus einem einzigen Alveolus bestehen. Es ist ja ganz gut möglich, daß diese Talgdrüsen noch im Laufe der weiteren Entwicklung wachsen, niemals dürften sie sich aber zu verzweigten alveolären Drüsen ausbilden.

Die Talgdrüsen (Fig. 17, T) erkennt man als sackförmige Ausbuchtungen der äußeren Wurzelscheide, die gewöhnlich in der Mehrzahl an einem Haare vorkommen. Während die randständigen Zellen des Sackes ein nicht vakuolisiertes Protoplasma und einen gut erhaltenen Kern zeigen, erscheinen die mehr zentral gelegenen Zellen immer mehr und mehr in der für die Talgdrüsen bezeichnenden Art verändert. Das Protoplasma enthält immer zahlreicher und größer werdende Fettvakuolen, der Kern erscheint entweder geschrumpft oder sehr chromatinarm. Es tritt also die bekannte fettige Degeneration der zentralen Zellen ein. An manchen Talgdrüsen kann man auch schon die Andeutung eines Ausführungsganges erkennen in Form eines engen Spaltes, der die äußere Wurzelscheide durchsetzt.

Wir sehen demnach in der Ohrmuschel des Nilpferdes einen Bau der behaarten Haut, der dem der landlebenden Säugetiere entspricht, nämlich in einer verhältnismäßig dünnen Haut gewöhnliche (asinuöse) Haare mit Talgdrüsen, in der Nachbarschaft der Haare auch Knäueldrüsen, und die Haut unterscheidet sich nur dadurch von der landlebender Säuger, daß neben den erwähnten Drüsen auch noch die über die ganze übrige Körperoberfläche verbreiteten tubulo-alveolären Schleimdrüsen vorkommen.

d) Mammarorgane.

Toldt bildet in Fig. 6 einen jederseits neben dem hinteren Ende der Penisscheide gelegenen 7 *mm* langen Spalt ab, der von einem nicht stark vorspringenden, aber breiten Wulst umgeben ist. Da nach Toldt bei der Präparation dieser Gegend sich mit Ausnahme eines undeutlichen, faserigen Stranges keine weitere Differenzierung feststellen ließ, so hat man es hier offenbar mit einem rudimentären Gebilde zu tun, und zwar höchstwahrscheinlich mit unausgebildeten, (noch) nicht warzenförmig vorspringenden Zitzen. Diese Annahme Toldt's wird durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt, da ich in dem am Boden dieser Gruben gelegenen Gewebe einwandfrei die Milchdrüsenanlage feststellen konnte.

Betrachten wir einen Frontaldurchschnitt (Fig. 22) durch das Zitzenrudiment und das darunterliegende Gewebe, so sehen wir, daß in den Boden der als enger Spalt erscheinenden grubenförmigen Vertiefung mehrere Ausführungsgänge einmünden. Die Grubenwand zeigt eine Epidermisauskleidung in ganz gleicher Weise wie der wulstartige Rand, nur daß in der Grube die Papillen unregelmäßiger angeordnet sind als in der Umgebung. Auch das Stratum lucidum senkt sich nahezu bis zum Boden der Grube ein. Die Ausführungsgänge sind mit geschichtetem (oder vielleicht mehrreihigem) Epithel ausgekleidet und dringen unter Abgabe von Seitensprossen tief in das Corium ein. Nahe am Ende teilen sich diese Hauptgänge und zeigen hier gewöhnlich eine Erweiterung. Die Seitensprossen sowie die Endäste der Hauptgänge gehen unter weiteren Teilungen schließlich in meist etwas alveolär aufgetriebene Endstücke über (Fig. 23 DE). Das ganze Gangsystem liegt in zellreichem, embryonalem Bindegewebe, das sich ziemlich scharf von den derben Faserbündeln des Coriums abhebt. In der Nähe der Einmündungsstelle der Gänge in die grubige Vertiefung findet sich glatte Muskulatur (Fig. 22, M), und zwar sowohl Bündel von horizontalem, als auch solche von mehr vertikalem Verlauf. Es kann somit nicht zweifelhaft erscheinen, daß wir es mit der Anlage des Mammarorgans zu tun haben.

Ohne auf die sehr ausgedehnte Literatur über die Mammarorgane näher einzugehen (es sei diesbezüglich hauptsächlich auf die zusammenfassenden Berichte von Bonnet [3] und Bresslau [7] verwiesen), glaube ich, lassen sich die erhobenen Befunde klar deuten: die grubige Vertiefung der äußeren Haut ist sicher als Zitzentasche aufzufassen, der Boden derselben als Drüsenfeld, die am Drüsenfeld ausmündenden größeren Gänge als Milchgänge, die in deren Verlauf auftretenden Erweiterungen als Milchsinus. Die Endsprossen der Milchgänge entsprechen den Anlagen der sezernierenden Abschnitte.

Bresslau (7, 8) unterscheidet zwei Haupttypen der Zitzenbildung, nämlich den Eversionstypus und den Proliferationstypus. Beim Eversionstypus verwandeln sich die kolbenförmigen Mammaranlagen infolge Verhornung und Ausstoßung ihrer inneren Partien in Zitzentaschen, die längere Zeit als mehr oder minder tiefe Gruben bestehen. Erst durch sekundäre Umstülpung der primären Zitzentaschen entstehen die definitiven Zitzen, deren Gipfel dem ursprünglichen Boden der Zitzentasche entspricht. Beim Proliferationstypus wird die Zitze ohne ein primär vorliegendes, echtes Zitzentaschenstadium gebildet, und zwar zum größten Teil durch Wucherung des Aveolargewebes und einer daraus sich ergebenden Erhebung des Kutiswalles. Zwischen diesen beiden Typen gibt es aber alle denkbaren Übergänge. Auch die Zitzenbildung beim Schwein stellt eine Übergangsform dar.

Wir würden demnach die Zitzenbildung des Nilpferdes ausgesprochen nach dem Eversionstypus verlaufen sehen, und zwar erhält sich die Zitzentasche jedenfalls ziemlich lange, da wir sie beim neugeborenen Tier noch voll ausgebildet finden. Daß es aber auch hier schließlich zur Umstülpung der Zitzentasche kommen wird, ist wohl höchst wahrscheinlich, da es nach Bresslau fertige Zitzen mit persistierender Zitzentasche überhaupt nicht gibt. In ähnlicher Weise wie beim Flußpferd dürften sich nach den Angaben Weber's auch die männlichen Zitzenrudimente bei der Mehrzahl der Cetaceen entwickeln.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse über das Verhalten der Hautdrüsen:

An der ganzen Körperoberfläche des Flußpferdes, mit Ausnahme der Außenseite der Ohrmuscheln und der Sohlenhaut (vielleicht auch der Lider), kommen zusammengesetzte tubulo-alveoläre Drüsen vor, die sowohl bezüglich des Ausführungssystems als auch der Endstücke genau nach Art der mukösen Speicheldrüsen gebaut sind und das bekannte rote, schleimige Sekret absondern. Diese Drüsen dürfen ihrem Bau nach nicht als modifizierte Schweißdrüsen aufgefaßt werden, sind aber wahrscheinlich phylogenetisch, in Anpassung an die amphibische Lebensweise des Nilpferdes, an die Stelle von Schweißdrüsen getreten.

Knäueldrüsen kommen ausschließlich an der Innenfläche und in der Nähe des freien Randes der Ohrmuschel vor. Sie unterscheiden sich von gewöhnlichen Schweißdrüsen durch das Fehlen der glatten Muskulatur und sondern wahrscheinlich ebenfalls ein schleimiges Sekret ab.

Rudimentäre Talgdrüsen finden sich ausschließlich an den asinuösen Haaren der Ohrmuschel; sie bilden stets nur kleine einfache Alveolen und sitzen in der Mehrzahl an jedem Haar. Meibom'sche Drüsen fehlen vollkommen, ebenso wie die Andeutung eines Tarsus.

Der Mammarapparat tritt in Form einer zu beiden Seiten der Penisscheide gelegenen Zitzentasche, deren Boden durch das Drüsenfeld gebildet wird, in Erscheinung. Auf dem Drüsenfelde münden mehrere Milchgänge aus.

IX. Schluß.

Nachdem schon anschließend an jedem Abschnitt eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der histologischen Untersuchung gebracht wurde, möchte ich hier nur noch mit ein paar Worten auf jene Bauverhältnisse der äußeren Haut eingehen, die als Anpassungserscheinungen an die amphibische Lebensweise des Flußpferdes gedeutet werden könnten. Als eine Anpassungserscheinung an das vorwiegende Wasserleben dürfte der Verlust der als Schutzhaare aufzufassenden gewöhnlichen (asinuösen) Fellhaare anzusehen sein. Alle Haare, die wir beim neugebornen Nilpferde finden, sind entweder fertig ausgebildete Sinushaare oder doch Entwicklungsfomen von solchen, vielleicht auch Übergangsformen von gewöhnlichen zu Sinushaaren. Es ist also das Haarkleid nur insoweit erhalten geblieben, als es dem Tastsinne dient. Gleichzeitig mit dem Ausfall der Schutzhaare dürfte sich die Epidermis verdickt haben, genau so wie wir bei landlebenden Säugetieren an unbehaarten Hautstellen die Epidermis stärker entwickelt sehen als an haarreichen. Als weitere Folge der mächtigen Entwicklung der Epidermis mußte sich, um der Ernährung der Epidermis gerecht zu werden, ein ungewöhnlich starker Papillarkörper ausbilden. Der ganze Bau der Epidermis entspricht dem landlebender Säuger an unbehaarten Körperstellen. Mit dem Ausfall der Fellhaare sind auch die Talgdrüsen verschwunden.

Die Schweißsekretion ist bei dem vorzugsweisen Aufenthalte im Wasser überflüssig geworden und an Stelle der Schweißdrüsen ist eine ganz neue Drüsenform getreten, nämlich Drüsen vom Bau der mukösen Speicheldrüsen, wie wir sie sonst nur an Schleimhäuten finden. Diese Drüsen erzeugen ein schleimiges Sekret, das die Epidermisoberfläche überzieht und sie vor der wechselnden Einwirkung von Luft und Wasser schützt.

Betrachten wir die Haut der Waltiere im Vergleiche mit der des Nilpferdes, so sehen wir auch hier einen Schwund des Haarkleides, der allerdings noch weiter gegangen ist als beim Flußpferd; die wenigen Haare, die sich erhalten haben, sind aber auch hier ausschließlich Sinushaare. Sowie an jeder

haarlosen Haut, sehen wir auch bei den Waltieren eine mächtig entwickelte Epidermis mit auffallend hohem Papillarkörper. Da bei den Cetaceen sämtliche Hautdrüsen fehlen, so liegt der Schluß nahe, daß die Ausbildung von Schleimdrüsen in der Nilpferdhaut nicht als Anpassungserscheinung an das Wasserleben, sondern an das wechselnde Wasser- und Landleben aufzufassen ist.

Die Cetaceenhaut erweist sich stark pigmentiert. Dasselbe sehen wir bei der Flußpferdhaut und auch diese Erscheinung dürfte auf den Schwund des Haarkleides zurückzuführen sein. So sieht zum Beispiel Weidenreich in den Haaren besondere Pigmentspeicherungsorgane der epidermalen Pigmenthülle. Wo Haare fehlen, erweist sich die Epidermis im allgemeinen stark pigmentiert. Ist nach Schwalbe der Haarwuchs reichlich, so wird bei gleicher pigmentbildender Kraft der verschiedenen Hautpartien die Hautfärbung dieses Körperteiles durch die Farbe der Haare bedingt. Dies ist auch bei vielen dunkelgefärbten Tieren zu erkennen, deren von reichlichen, stark gefärbten Haaren bedeckte Hautoberfläche vollständig farblos erscheinen kann, während an den schwach behaarten Stellen dunklere Färbung der Hautoberfläche wahrgenommen wird.

Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zwischen der Haut der Cetaceen und der des Nilpferdes ist die außerordentlich schwache Entwicklung eines eigentlichen Corium bei ersterer. Mit Ausnahme des hohen Papillarkörpers ist nach Weber das Corium fetthaltig, ist Panniculus adiposus. Hingegen sehen wir beim Nilpferd gerade umgekehrt den Panniculus ganz in den Hintergrund gegenüber dem mächtig entwickelten Corium treten.

Sehr auffallend von der ganzen übrigen Körperhaut unterscheidet sich beim Nilpferd die Haut der Ohrmuschel und zwar hauptsächlich an deren Innenfläche und in der Nähe des freien Randes. Wir sehen hier die dünnste Epidermis, ein nur schwach entwickeltes Corium, gewöhnliche (asinuöse) Fellhaare mit Talgdrüsenanlagen, daneben Knäueldrüsen und die Haut würde sich hier kaum von der von ausschließlich landlebenden Säugern unterscheiden, wenn nicht neben den Knäueldrüsen auch typische Schleimdrüsen vorkämen. Dieser auffallende Unterschied dürfte sich vielleicht aus der Lebensweise des Flußpferdes erklären. Es erscheint nämlich die Ohrmuschel, namentlich die Gegend des freien Randes und die Innenfläche derselben gewissermaßen von der amphibischen Lebensweise ausgeschaltet, also nicht dem häufigen Wechsel zwischen Wasser und Luft ausgesetzt. Da das Nilpferd bekanntlich ein scharfes Gehör besitzt, so wird es, wenn es nicht gerade verfolgt wird und ganz untertaucht, wenigstens die Ohrmuschelspitzen aus dem Wasser strecken, so daß der freie Rand und die Innenseite der Ohrmuschel nicht mit dem Wasser in Berührung kommt, was umso eher möglich ist, als die Ohrmuschel in ihrer basalen Hälfte ein geschlossenes Rohr bildet, also gewißermaßen gestielt erscheint (auch Toldt erwähnt, daß manche Eigentümlichkeiten des Flußpferdohres, vor allem seine relative Kleinheit und die Sockelbildung sicher mit dem Wasserleben zusammenhängt). Als Bestätigung dieser Annahme finde ich bei Brehm (6) folgende Angabe: »An günstigen Stellen eines Gewässers kann der Kundige das Vorhandensein der riesigen Tiere bald genug entdecken.....wenn man nahe genug ist, kann man auch von dessen Kopf etwas bemerken; eine formlose, rote oder bräunlich rote Masse, auf welchen man zwei Spitzen, die Ohren, und vier Hügel, die Augen und die Nasenlöcher unterscheidet. Mehr als den Oberteil des Kopfes wird man von dem sich im Wasser haltenden Flußpferd selten zu Gesicht bekommen, und diesen Kopf kann man, wenn man ihn zum erstenmal sieht, leicht verkennen. Hält man sich unter dem Winde und bleibt ruhig, so kann man das auf- und niederschwimmende, im Wasser gleichsam spielende Tier mühelos beobachten; man sieht dann auch, daß auf der eingedrückten Stirn zwischen Augen und Ohren ein kleiner Teich zurückbleibt, wasserreich genug, um einem Goldfischchen oder einem Paare Schmerlen das Leben zu fristen«.

Die Beobachtung, daß auch die Stirnhaut vom Wasser gewöhnlich bedeckt bleibt, macht es erklärlich, daß wir auch an dieser die als Anpassungserscheinungen an das Wasserleben gedeuteten Kennzeichen finden. Es wäre höchstens zu erwarten, daß außer den Ohrmuscheln auch die Augenlider keine Anpassungserscheinungen an die amphibische Lebensweise zeigen. Wir haben gesehen, daß der Lidapparat rudimentär erscheint: Fehlen der Meibom'schen Drüsen und der Andeutung eines Tarsus,

rudimentäre Cilien. Es wurde darauf hingewiesen, daß auch dieser Befund wahrscheinlich als Anpassung an das Wasserleben aufgefaßt werden darf (sowie beim Delphin, *Phoca* und *Ornithorhynchus*), da beim verhältnismäßig nahe verwandten Schwein sowohl Tarsaldrüsen als auch ein Tarsus ausgebildet erscheinen. Es wäre aber auch ganz gut möglich, daß die rudimentäre Ausbildung der Lider ähnlich wie bei manchen landlebenden Säugern (Elefant, Kameel u. A.) auf andere uns nicht näher bekannte Ursachen zurückzuführen ist.

Jedenfalls ergibt sich aus der mikroskopischen Untersuchung, daß die Haut des Flußpferdes sich in vieler Beziehung recht wesentlich von der des Schweines unterscheidet und daß die Mehrzahl dieser Unterscheidungsmerkmale als Anpassungserscheinungen an die amphibische Lebensweise des Flußpferdes aufzufassen ist.

Innsbruck, 2. Juli 1916.

X. Nachtrag.

Erst nach Abschluß des Manuskriptes hatte ich Gelegenheit, in die Arbeit von F. Dosch: Bau und Entwicklung des Integumentes der Sirenen (Jenai'sche Zeitschr. f. Naturw., Bd. 53, 1915) Einsicht zu nehmen und ich möchte hier wenigstens auf einige Ergebnisse hinweisen, die in einer gewissen Übereinstimmung mit meinen Befunden beim Flußpferde stehen. Die Arbeit von Dosch bildet eine Ergänzung und Erweiterung der Untersuchungen Kükenthal's und bezieht sich hauptsächlich auf embryonales Material von *Manatus* (*latirostris*, *senegalensis*, *Koellikeri*) und *Halicore*.

Alle Haare der Sirenen — und zwar nicht nur die Borsten sondern auch die feineren Haare — sind wie beim Flußpferd (ausgenommen die Haare der Ohrmuschel) und bei den Walen nach Art der Sinushaare gebaut. Sie stellen nach Dosch, ähnlich wie die gut ausgebildeten Sinushaare beim Flußpferd, einen Übergang dar zwischen solchen, bei welchen ein typischer Ringsinus ausgebildet ist und denen, bei welchen dies nicht der Fall ist. Hautdrüsen fehlen im allgemeinen ebenso wie bei den Walen; doch konnten an der äußeren Wurzelscheide mancher Haare rudimentäre Talgdrüsen nachgewiesen werden, wie ich solche an den Haaren der Ohrmuschel des Flußpferdes fand. Zum Unterschiede von letzterem finden sich im Augenlide von *Manatus* zahlreiche Drüsen. Pigment kommt in Form von Chromatophoren und daneben als reines Epidermispigment vor, das auch hier hauptsächlich distal dem Kerne aufgelagert erscheint.

Während der Bau des Coriums bei den Walen keine Ähnlichkeit mit dem des Flußpferdes zeigt, besteht auch in dieser Beziehung eine solche zwischen Flußpferd und *Manatus*. Beim größten Exemplar von *Manatus* finden sich nach Dosch im Corium zwei von unten schräg nach oben ziehende Systeme von Faserbündeln, die sich diagonal kreuzen (diese Diagonalfaserbündel hat auch schon Kükenthal beschrieben); dazwischen verlaufen solche in Längsrichtung und dicht unter der Epidermis finden sich, neben transversalen, in die Papillen aufsteigende Bündel. Die Diagonalfaserbündel werden weiter gegen die Tiefe immer kräftiger und ändern ihre Richtung derart, daß sie schließlich parallel der Längsachse verlaufen. Inzwischen haben sich Faserbündel, welche zunächst ganz unbedeutend entwickelt und senkrecht zur Längsachse gerichtet waren, immer kräftiger entwickelt und liefern jetzt mit den parallel zur Längsachse hinziehenden Faserbündeln ein neues sich kreuzendes System.

Wir können demnach im Corium auch bei *Manatus* mindestens drei durch verschiedenen Faserverlauf ausgezeichnete Anteile unterscheiden: Ein Stratum papillare mit in die Papillen aufsteigenden Bündeln, ein Stratum reticulare mit diagonal sich kreuzenden Faserbündeln und ein Stratum profundum mit Bündeln, die sich in der Tangentialebene senkrecht überschneiden. Namentlich durch die Ähnlichkeit im Bau der Lederhaut steht das Flußpferd dem *Manatus* entschieden näher als den fleischfressenden Fischsäugetieren.

Literaturverzeichnis.

1. Adachi B., Hautpigment beim Menschen und Affen. Zeitschr. f. Morphol. u. Anthrop., Bd. 6, 1903.
2. Bonnet R., Haut und Anhänge. Ellenberger's vgl. Histologie der Haussäugetiere, Berlin 1887.
3. — Die Mammarorgane im Lichte der Ontogenie und Phylogenie. Ergeb. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. II u. VII, 1892 u. 1897.
4. Botezat E., Phylogenese des Haares der Säugetiere. Anat. Anz., Bd. 47, 1914.
5. Brass H., Über physiologische Pigmentablagerung in den Kapillarendothelien des Knochenmarks. X. Fortsetzung der Studien über das Blut und die blutbildenden und -zerstörenden Organe. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 82, 1913.
6. Brehm, Tierleben. Säugetiere, Bd. III, 3. Aufl., 1891.
7. Bresslau E., Der Mammarapparat (Entwicklung und Stammesgeschichte). Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 19, 1909.
8. — Die Entwicklung des Mammarapparates der Monotremen und einiger Placentalier. Ein Beitrag zur Phylogenie der Säugetiere. Denkschr. d. med.-naturw. Ges., Jena, Bd. 7. Semon's zool. Forschungsreisen in Australien, Bd. 4, 1912 (zit. nach Schwalbe's Jahresber.).
9. Brinkmann A. Die Hautdrüsen der Säugetiere. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., B. 20, 2. Hälfte, 1911.
10. v. Ebner V., Koelliker's Handbuch der Gewebelehre des Menschen, Bd. III, Leipzig 1902.
11. Eggeling H., Zur Morphologie der Augenlider der Säuger. Jenaische Zeitschr. d. Naturwissenschaften, Bd. 39, 1905.
12. Ellenberger W., Handbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere, Bd. III, Leipzig 1911.
13. Fick J., Über metachromatische Färbung des Keratohyalins durch Cresylechtviollet. Zentralbl. f. allgem. Pathol. u. pathol. Anat., Bd. 13, 1902.
14. Flemming W., Über Interzellularlücken des Epithels und ihren Inhalt. Anat. Hefte, Bd. VI, 1896.
15. Frédéric J., Untersuchungen über die Sinushaare der Affen, nebst Bemerkungen über die Augenbrauen und den Schnurrbart des Menschen. Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropol., Bd. VIII, 1905.
16. Gebhardt, Einige mechanisch interessante Bindegewebsstrukturen. Verhandl. d. Anat. Ges., Innsbruck 1914.
17. Giovannini S., Sull' esistenza nell'uomo di papille pilifere con piu propagini terminali semplici (papille pilifere composte). Anat. Anz., Bd. 32, 1908.
18. — Papille pilifere con propagini terminali composte, con propagini avventizie e bigemine. Anat. Anz., Bd. 34, 1909.
19. Heidenhain M., Über die gegenseitige Entsprechung von Epidermis- und Coriumleisten an der Beugefläche von Hand und Fuß beim Affen und Menschen. Anat. Hefte, Bd. 30, 1906.
20. Japha A., Die Haare der Waltiere. Zoolog. Jahrb., Bd. 32, 1912.

21. Jarisch, Zur Anatomie und Herkunft des Oberhaut- und Haarpigmentes. Arch. f. Dermatol. u. Syph., Jahrg. 23, Ergänzungsh. II, 1891.
22. Kränzle E., Untersuchungen über die Haut des Schweines. Arch. f. mikr. Anat., Abt. I, Bd. 79, 1912.
23. Krauss F., Der Zusammenhang zwischen Epidermis und Cutis bei Sauriern und Krokodilen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 67, 1906.
24. Kromayer E., Die Protoplasmafaserung der Epidermiszelle. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 39, 1892.
25. de Meijere, J. C. H., Über die Haare der Säugetiere, besonders über ihre Anordnung. Morpholog. Jahrb., Bd. 21, 1894.
26. Merk L., Über den Bau der menschlichen Hornzelle. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 56, 1900.
27. Meurmann Y., Über die Entwicklung der Epidermisfibrillen in der menschlichen Sohlenhaut. Anhang: Die Bizzozero'schen Knötchen. Anat. Hefte, Bd. 45, 1912.
28. Post H., Über normale und pathologische Pigmentierung der Oberhautgebilde. Virchow's Arch. Bd. 135, 1894.
29. Rabl H., Pigment und Pigmentzellen in der Haut der Wirbeltiere. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 6, 1896.
30. — Untersuchungen ücer die menschliche Oberhaut und ihre Anhangsgebilde mit Rücksicht auf die Verhornung. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 48, 1897.
31. — Haut. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 7. 1897.
32. — Histologie der normalen Haut des Menschen. Mračeк, Handb. d. Hautkrankh., Bd. I, Wien 1902.
33. Rosenstadt B., Über die Protoplasmafasern in den Epidermiszellen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 75, 1910.
34. Roux W., Beitrag 1 zur Morphologie der funktionellen Anpassung. Struktur eines hoch differenzierten bindegewebigen Organes (der Schwanzflosse des Delphins). Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt., 1883.
35. Schaffer J., Zur Histologie der Unterkieferspeicheldrüsen bei Insectivoren. Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 89, 1908.
36. Schridde H., Die Protoplasmafasern der menschlichen Epidermiszellen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 67, 1906.
37. v. Schumacher S., Über eigentümliche Verhältnisse an den Venen der Ohrmuschel eines neugeborenen Nilpferdes. Anat. Anz., Bd. 49, 1916.
38. Schwalbe G., Über den Farbenwechsel winterweißer Tiere. Ein Beitrag zur Lehre vom Haarwechsel und zur Frage nach der Herkunft des Hautpigments. Morphol. Arbeit., Bd. III. 1893.
39. Semon R., Die Fußsohle des Menschen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 82, Abt. II, 1913,
40. Smith F., Histology of the Skin of the Elefant. Journ. of Anat. and Physiol., Bd. 24, 1890.
41. Stoss, Die äußere Bedeckung (Integumentum commune) mit Einschluß des Epithelgewebes. Ellenberger's Handb. d. vergl. mikr. Anat. d. Haustiere, Bd. I, Berlin 1906.
42. Toldt K., jun., Über die äußere Körpergestalt eines Fetus von *Elephas maximus*. Diese Denkschr. Bd. 90, 1913.
43. — Äußerliche Untersuchung eines neugeborenen *Hippopotamus amphibius* L. mit besonderer Berücksichtigung des Integumentes und Bemerkungen über die fetalen Formen der Zehenspitzenbekleidung bei Säugetieren. Diese Denkschr., Bd. 92, 1915.

44. Toldt K., jun., Bemerkungen über das lokale Auftreten von Sinushaaren am Säugetierkörper. Zoolog. Anz., Bd. 46, 1916.

45. Tretjakoff D., Das Gallertgewebe der Sinushaare. Anat. Anz., Bd. 37, 1910.

46. Weber Max, Studien über Säugetiere. Jena 1886.

47. Weidenreich F., Über Bau und Verhornung der menschlichen Oberhaut. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 56, 1900.

48. — Weitere Mitteilungen über den Bau der Hornschicht der menschlichen Epidermis und ihren sogenannten Fettgehalt. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 57, 1901.

49. — Die Lokalisation des Pigmentes und ihre Bedeutung in Ontogenie und Phylogenie der Wirbeltiere. Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropol. Sonderheft II, 1912.

50. Zietzschmann O., Das Sehorgan. Ellenberger's Handb. d. vergl. mikr. Anat. d. Haustiere, Berlin 1906.

Inhalt.

	Seite	
I. Einleitung	2	[2]
II. Material und Untersuchungsart	2	[2]
III. Epidermis	2	[2]
A. Dicke der Epidermis	2	[2]
B. Feinerer Bau der Epidermis	4	[4]
a) Stratum germinativum	4	[4]
b) Stratum granulosum	7	[7]
c) Stratum lucidum und corneum	11	[11]
IV. Corium	15	[15]
a) Papillen und Stratum papillare	16	[16]
b) Stratum subpapillare	19	[19]
c) Stratum reticulare	20	[20]
d) Stratum profundum	23	[23]
V. Subcutis	24	[24]
VI. Pigment	25	[25]
a) Epidermispigment	26	[26]
b) Chromatophoren	29	[29]
c) Pigment im Corium und in den Blutgefäßen	31	[31]
VII. Haare	34	[34]
VIII. Hautdrüsen	38	[38]
a) Schleimdrüsen	39	[39]
b) Knäueldrüsen	43	[43]
c) Talgdrüsen	44	[44]
d) Mammarorgane	45	[45]
IX. Schluß	46	[46]
X. Nachtrag	48	[48]
Literaturverzeichnis	49	[49]